ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 6 OCTOBRE 1913.

PRÉSIDENCE DE M. P. APPELL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** souhaite la bienvenue à MM. W. Foerster, Blaserna, Egorof, von Lang, Tanakadaté, membres du Comité international des Poids et Mesures.

Il souhaite également la bienvenue à M. le général Zaboudsky, Correspondant de la Section de Mécanique; à M. Vito Volterra, Professeur à l'Université de Rome, Correspondant de la Section de Géométrie.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie que le Tome 154 (janvier-juin 1912) des *Comptes rendus* est en distribution au Secrétariat.

M. le **Secrétaire perpétuel** présente à l'Académie le Tome IV (années 1808-1811) des *Procès-verbaux de la Classe des Sciences mathématiques et physiques de l'Institut de France*, publiés conformément à une décision de l'Académie par MM. les Secrétaires perpétuels.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Remarques sur les champs généraux, magnétique et électrique, du Soleil.* Note de M. **H. Deslandres**.

Le champ magnétique général du Soleil, malgré son grand éloignement de la Terre, a été déjà recherché et récemment reconnu et étudié par divers auteurs et même avec des méthodes différentes. Les résultats obtenus par ces diverses voies sont notables, mais à certains égards en désaccord au moins apparent. Je me propose ici de les comparer, de les discuter et

de montrer qu'ils sont conciliables. Cet examen aura en outre l'avantage de soulever plusieurs questions connexes intéressantes.

Il conviendrait de rappeler d'abord les premières idées émises sur le phénomène et les premières recherches, la plupart théoriques et basées sur des hypothèses, idées et recherches dues à Bigelow, Deslandres, Birkeland, Störmer, Salet, Bosler, etc. Leur énumération détaillée tiendrait ici une trop grande place. Il suffira de noter que les auteurs admettent un champ magnétique solaire, analogue au champ terrestre et ayant, au sens près, les mêmes directions générales par rapport à l'axe de rotation. Cette idée s'appuie sur la similitude d'aspect, signalée dès le début, et à peu près nette, que présentent les rayons polaires de la couronne et les lignes de force du champ terrestre ([1]).

Je m'étendrai seulement sur deux études récentes qui ont l'avantage d'avoir une base expérimentale plus solide que les précédentes.

En mai 1911, j'ai annoncé le résultat suivant, qui s'appuie sur les nombreuses mesures de vitesses radiales faites à Meudon, au bord solaire, avec l'aide de Burson ([2]). Les filets ou éléments constitutifs des protubérances sont des hélices dont l'axe est parallèle aux lignes de force d'un champ magnétique général, analogue au champ terrestre. La première demi-spire émanée de la couche supérieure, et seule visible en général, est le plus souvent tournée dans le sens de la rotation, ce qui explique la rotation plus rapide de la chromosphère supérieure et de la base des protubérances, et, aussi, avec les protubérances élevées, les vitesses radiales alternativement positives et négatives aux hauteurs croissantes ([3]).

L'intervention d'un champ magnétique faible a été présentée comme probable en mai 1911 et comme certaine en décembre 1912, après la vérification de toutes les conséquences.

([1]) La similitude existe seulement pour les rayons coronaux polaires et non pour les équatoriaux; c'est pourquoi la première conception de Bigelow n'est pas admissible. Pour lui, les jets coronaux étaient de véritables lignes de force, comme s'ils étaient formés de petites particules de fer orientées dans le sens du champ. Peu après, j'ai considéré les rayons coronaux comme étant la trace de rayons cathodiques issus de la chromosphère supérieure et déviés par le champ; ce qui ne soulève pas les mêmes objections.

([2]) Voir les Notes Deslandres, *Comptes rendus*, t. 152, 1911, p. 1433 et 1541; t. 153, 1911, p. 10 et 221; t. 155, 1912, p. 1573.

([3]) La base de la protubérance est déviée dans le sens de la rotation, ou dans le sens inverse, selon la direction de la protubérance par rapport à la ligne de force. Le premier cas est de beaucoup le plus fréquent.

Une valeur moyenne approchée du champ, égale à 10^{-7}, a été donnée en 1911 par l'emploi de la formule classique

$$(1) \qquad H\rho = \frac{m}{e} v \sin\theta,$$

H étant l'intensité du champ, ρ le rayon du cylindre sur lequel est enroulé l'hélice, $\frac{m}{e}$ le rapport de la masse de l'ion à sa charge électrique, v la vitesse de l'ion et θ l'angle de la vitesse avec le champ magnétique. Or, $v\sin\theta$ est donnée par la vitesse radiale, et si le filet protubérantiel est isolé et de forme sinusoïdale, on a immédiatement le rayon ρ et donc une valeur exacte du champ. Lorsque les filets sont confondus, ce qui est le cas le plus fréquent, on a seulement la longueur de la spire qui est du même ordre que le rayon ρ, sauf dans le cas exceptionnel où θ est très petit. La valeur correspondante de H est comprise entre certaines limites et est toujours en général fort petite.

D'autre part, Hale a appliqué récemment au Soleil entier la méthode d'investigation qui lui a si bien réussi avec les taches [1]. Il a reconnu en 1908, comme on sait, dans le spectre des taches un effet Zeeman et une division nette de la raie en composantes de polarisation opposée. Le champ magnétique résultant atteint en général la valeur notable de 3000 gauss au centre de la tache et diminue rapidement dans la pénombre; il est limité à la tache elle-même et aux couches basses. Mais la méthode ne convient plus aussi bien sur les points ordinaires du disque; car la séparation des composantes polarisées est extrêmement faible, et a été discernée seulement avec trois ou quatre raies peu intenses et dans le voisinage des parallèles de 45°. Aussi l'attribution du phénomène à un champ magnétique général est présentée seulement comme probable. Le champ étant admis, son intensité est environ de 50 gauss aux pôles ou de 25 gauss à l'équateur, le sens de l'aimantation et des lignes de force étant le même que sur la Terre.

Ce premier résultat, bien qu'incomplet, est fort intéressant; mais il diffère beaucoup du précédent obtenu avec les protubérances, puisque les valeurs des deux champs sont respectivement 25 gauss et $\frac{1}{10\,000\,000}$ de gauss. La différence n'a pas été relevée par Hale, qui consacre seulement une

---

(1) Voir les Notes de HALE : *Terrestrial Magnetism*, t. 17, 1912, p. 173, et *Astrophysical Journal*, t. 38, juillet 1913. La première Note est arrivée à Meudon le 10 février 1913.

petite page de son long Mémoire aux recherches antérieures sur le sujet, et elle peut jeter au premier abord un certain discrédit sur ces recherches.

Or les deux champs si différents sont conciliables. Celui de Meudon se rapporte aux couches supérieures et celui du mont Wilson aux couches basses de l'atmosphère. Même, déjà, en 1911, j'ai annoncé leurs différences, j'ai annoncé l'existence près de la surface de champs magnétiques plus intenses que celui reconnu dans les régions supérieures; car, en certains points des couches basses, le champ magnétique est la somme de deux champs distincts ; il est au contraire leur différence dans les couches élevées (¹).

Mais, avant d'examiner tous ces points avec détails, je crois utile de discuter d'abord deux assertions de Hale, présentées dans son dernier Mémoire, et, à mon avis, inexactes ou incomplètes.

a. Hale insiste à plusieurs reprises sur ce point que la méthode de Zeeman, employée par lui, est la seule méthode directe susceptible de déceler un champ magnétique. Cependant l'étude du mouvement des ions peut donner le même résultat avec une certitude égale. Ainsi, pour prendre un exemple simple, lorsqu'un mobile décrit une hélice d'un mouvement uniforme, il est soumis à une force qui a exactement la même expression que la force magnétique développée par un champ parallèle à l'axe de cette hélice. Si le mobile est électrisé, l'intervention du champ magnétique est encore plus manifeste.

On peut objecter, il est vrai, que dans le cas particulier du Soleil, nous ne relevons pas la trajectoire réelle de l'ion mobile, mais sa projection sur un plan; nous ne relevons pas les vitesses réelles, mais les vitesses radiales. Les conditions ne sont plus tout à fait les mêmes, mais d'autres vérifications se présentent. Si la trajectoire du filet isolé est une sinusoïde exacte (²), et si la courbe des vitesses radiales est aussi une sinusoïde ayant les mêmes maxima et minima que la première, il faut admettre encore la force magnétique, qui est la seule des forces connues offrant ces caractères.

En réalité, les deux méthodes sont aussi directes l'une que l'autre, et

(¹) J'ai déjà présenté brièvement cet éclaircissement des faits au Congrès international des recherches solaires, réuni à Bonn cette année dans les premiers jours du mois d'août.

Pour la prévision de la différence des deux champs, voir la Note Deslandres: *Comptes rendus*, t. 153, 1911, p. 10.

(²) La trajectoire est une sinusoïde exacte, lorsque l'hélice a son axe perpendiculaire au rayon visuel; autrement, la trajectoire est une cycloïde.

elles ont le grand avantage de se compléter. La méthode Zeeman convient pour les champs forts et l'autre pour les champs faibles. Avec un champ comme celui de la Terre, inférieur à 1 gauss, la méthode Zeeman serait en défaut. Par contre, la méthode des vitesses peut déceler des champs cosmiques très faibles; car la courbure des spires lumineuses, qui sont alors à très grand rayon, est bien visible à cause de l'éloignement (1).

b. Dans la partie historique très courte de son dernier Mémoire (p. 31), Hale écrit que mes recherches sur les protubérances et leur champ magnétique sont simplement la suite des recherches similaires de Störmer sur la couronne, publiées en février 1911. Je suis obligé de rappeler que j'ai expliqué le premier en mars 1896, puis en 1897 et 1898, la couronne solaire par des jets cathodiques issus de la chromosphère supérieure et la courbure de ces jets par un champ magnétique solaire. En 1902, j'ai étendu la même idée aux spires des nébuleuses et à leur courbure, avec un champ analogue à celui de la Terre. Enfin, le 10 janvier 1910, j'ai attribué, à la courbure des rayons cathodiques équatoriaux, le retard de 45 heures des grosses taches par rapport aux grands orages magnétiques terrestres et j'ai calculé le courant électrique solaire capable de produire cette courbure. Le 24 janvier 1910, Birkeland représentait les résultats d'un calcul analogue, et en février 1911, Störmer donnait les trajectoires de nombreux rayons solaires courbés par le champ d'un aimant élémentaire. En résumé, je puis revendiquer la première idée et la première application, en reconnaissant que les calculs de Störmer sont plus étendus et plus exacts (2).

L'étude de ces rayons coronaux a d'ailleurs une base peu solide; car nous n'avons jamais vu la courbure des rayons équatoriaux, ni leur prolongement jusqu'à la Terre, et nous ne mesurons pas leur vitesse. Nous sommes forcés de faire des hypothèses variées, et c'est ainsi que Störmer a calculé plusieurs valeurs du moment magnétique solaire, qui sont possibles et varient dans le rapport de 1 à 25000.

---

(1) La méthode de Zeeman donne plus directement le sens du champ; l'autre méthode, comme on le verra plus loin avec le Soleil, permet aussi de le reconnaître.

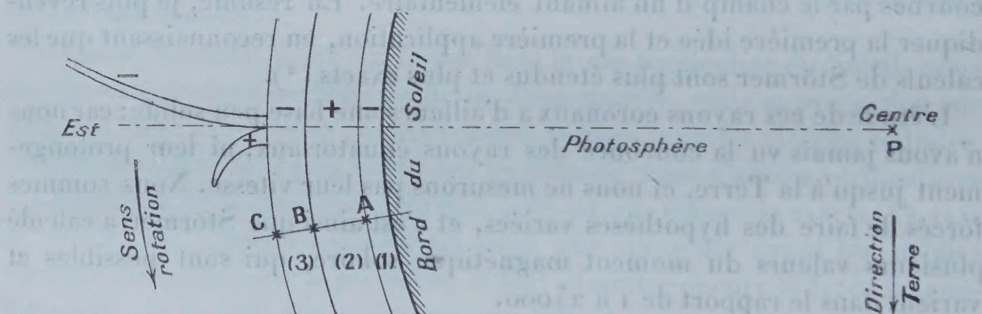
(2) A l'appui, on peut lire : Hale, *Astrophysical Journal*, t. 38, 1913, p. 27 à 99; Deslandres, *Observations de l'éclipse totale de* 1893, *au Sénégal* (Gauthier-Villars, mars 1896), et *Annales du Bureau des Longitudes*, t. V, 1897; *Comptes rendus*, t. 124, 1897, p. 678; t. 126, 1898, p. 1325; t. 134, 1902, p. 1134 et 1487; t. 150, 1910, p. 71; Birkeland, *Comptes rendus*, t. 150, 1910, p. 246; et Störmer, *Comptes rendus*, t. 152, 1911, p. 425.

Les mêmes incertitudes ne se présentent pas avec les protubérances, dont nous pouvons suivre journellement les inflexions et les variations de vitesse. Aussi, dans mes travaux antérieurs, ai-je accordé toujours une attention plus grande aux protubérances qu'aux rayons coronaux, qui d'ailleurs ne sont visibles que pendant les éclipses.

c. Dans plusieurs Notes, de 1893 à 1896, j'ai montré que les protubérances et la chromosphère ont, par la nature même de leur spectre, une lumière d'origine électrique, et que le fait principal est « l'écoulement continu d'électricité dans le sens vertical sur le Soleil entier ». On doit y retrouver toutes les propriétés si caractéristiques des gaz raréfiés, et cette idée première a été confirmée par toutes les observations ultérieures. Même elle peut être mieux précisée à l'heure actuelle, grâce à nos progrès récents dans la connaissance des ions et électrons.

L'atmosphère solaire entière est ionisée et même divisée en couches d'ionisation différente (voir plusieurs Notes de 1911). La cause d'ionisation la plus forte est l'émission intense d'électrons négatifs par la photosphère portée à une très haute température. Aussi peut-on admettre immédiatement au-dessus une première couche négative [(1 du dessin)], puis une couche positive (2) et une couche négative (3) formées par influence. La

Coupe du Soleil suivant un plan perpendiculaire à l'axe de rotation projeté en P.



Cette coupe montre les couches successives de l'atmosphère avec le signe de leur charge électrique et aussi les protubérances, les jets coronaux qui se détachent de la couche supérieure. On a augmenté à dessein les épaisseurs des couches, pour les rendre plus visibles.

couche positive (2) est renforcée par l'action de la lumière ultraviolette et par la répulsion des charges négatives suivant le mode indiqué par Arrhenius. La couche (3) doit avoir une charge moindre que chacune des deux autres.

Or ces trois couches, par leur rotation, produisent chacune un champ

magnétique, et, le long d'une même verticale, ces champs particuliers s'ajoutent ou se retranchent, le champ résultant étant fort complexe et pouvant changer de signe. En C, à la limite extérieure de la chromosphère, le champ est la différence des champs positifs et négatifs et peut être très petit; c'est le champ faible reconnu à Meudon. Mais en A, au point où les couches (1) et (2) se touchent, le champ est la somme des deux champs principaux qui précèdent, pris avec le même signe et est plus fort, comme je l'ai annoncé en 1911; c'est le champ relativement élevé de Hale.

Cependant on peut faire aux champs précédents l'objection que Rowland a opposée autrefois et justement à l'explication du champ magnétique terrestre par la rotation d'une couche superficielle. La densité électrique et la pression électrostatique sont telles que la Terre, qui est solide, volerait en éclats. Mais, à mon avis, l'objection n'a plus la même valeur avec un corps gazeux comme le Soleil, car la charge n'est plus concentrée sur la surface, mais disséminée dans une couche très épaisse.

Calculons la densité électrique σ nécessaire pour donner en A un champ équatorial de 25 gauss, ou un champ de $12^{g},5$ dû à la couche (1) seule. On trouve $\sigma = 4,3 \times 10^{5}$ U. E. S. Si cette charge est répartie sur une épaisseur de 1000^{km}, on a par centimètre cube $4,3 \times 10^{-3}$ unité ou $1,2 \times 10^{7}$ ions. Or, d'après J.-J. Thomson, les étincelles de nos laboratoires ont, à basse pression, dans le même volume, un nombre d'ions qui s'élève jusqu'à 2×10^{7}. L'ionisation de la couche basse (1) est donc admissible.

D'autre part, la force électrique, nulle à la base de la couche (1), est très forte à sa partie supérieure; elle impose aux ions de la couche des vitesses qui peuvent être comparables à celles des rayons anodiques ou même cathodiques, et donne lieu aux effets ordinaires de ces rayons dans les gaz, ce qui n'a pas d'autre inconvénient.

Le champ magnétique en A peut donc avoir l'intensité trouvée par Hale; il a aussi le sens annoncé par lui, c'est-à-dire le sens du champ terrestre. Par contre, le champ magnétique des couches supérieures en C, qui est très petit, doit avoir un sens opposé; et cela nous importe, car ce champ extérieur est pour nous le véritable champ solaire, le précédent restant confiné dans les couches basses. En effet, les filaments et les protubérances qui en émanent ont, comme je l'ai montré en 1911, une ionisation opposée à celle de la couche supérieure, et donc sont positifs, et pour que les protubérances positives soient déviées dans le sens de la rotation, il faut que le champ magnétique extérieur soit opposé à celui de la Terre. De même les rayons cathodiques négatifs issus de la couche supérieure doivent être déviés

en sens inverse, ce qui est bien en accord avec le retard de 45 heures des grandes taches par rapport aux orages magnétiques terrestres. Enfin le champ électrique en C doit être aussi, dans son ensemble tout au moins, inverse de celui en A, la somme algébrique des charges étant positive.

Finalement, la constitution des couches solaires, résumée dans le dessin ci-dessus, peut paraître complexe, mais elle forme un système cohérent qui explique les caractères révélés par l'observation. Ces couches successives se détruisent et se reforment continuellement sous l'influence de causes qui normalement s'équilibrent à peu près ; les champs électrique et magnétique, intenses à l'intérieur de l'atmosphère, sont faibles dans la partie extérieure. On comprend dans ces conditions les perturbations fortes, les explosions, les girations rapides qui se produisent, lorsque l'une des couches, pour une cause intérieure ou extérieure, vient à manquer en un point ou simplement à diminuer, ou encore à pénétrer dans la couche voisine.

Il convient donc de poursuivre ces recherches et toutes les vérifications qu'elles comportent. Il faut relever sans arrêt ces couches diverses et leurs variations, les protubérances et les jets coronaux. On peut recommander en particulier la mesure de la vitesse de rotation de la couronne, déjà tentée dans les éclipses précédentes, et susceptible de fournir une vérification utile.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *Peut-il exister une différence entre l'espèce humaine et l'espèce bovine, au point de vue de l'aptitude innée ou spécifique, des sujets vigoureux à recevoir et cultiver le microbe de la tuberculose ?* Note de M. A. **Chauveau**.

Les enseignements de la Médecine expérimentale n'imposent-ils pas *a priori* une réponse nettement négative à cette question ? Je crois pourtant devoir la poser et je dirai pourquoi tout à l'heure.

Dans le but de mieux faire comprendre mes intentions, je rappellerai d'abord qu'il ne manque vraiment pas de faits cliniques prouvant péremptoirement que les sujets les plus vigoureux de l'espèce humaine se laissent très bien envahir par les bacilles tuberculeux dans tous les milieux sociaux, même les plus favorisés. Je ne connais pas de praticien occupé qui n'ait constaté au moins quelques-uns de ces faits péremptoires. Au cours de ma longue carrière, même et surtout avant d'être docteur en médecine, j'ai été

tout particulièrement favorisé. Vers l'époque où s'achevait l'édification de ma théorie générale de l'auscultation, mes collaborateurs, mes élèves, mes amis, désireux de s'assimiler pratiquement les principes de cette théorie, me procuraient de nombreuses et fort intéressantes occasions d'observer les tuberculoses de l'appareil respiratoire. Combien en ai-je rencontré qui s'étaient implantées sur des organismes, masculins ou féminins, absolument irréprochables au point de vue de leur force de résistance !

J'aurai sûrement à parler un jour des utiles documents qui m'ont procuré ces observations, particulièrement sur les infections entre conjoints. On y trouve les plus précieuses indications pour la direction à donner à la lutte antituberculeuse. Il en est, en effet, qui nous renseignent de la manière la plus rassurante sur les prétendues *myriades de bacilles* que les tuberculeux sèmeraient dans l'air et contre lesquels on voudrait nous faire accroire que toute lutte directe est prédestinée à un échec. On peut s'assurer, au contraire, que leur puissance agressive, estimée d'après leur nombre véritable, l'activité qu'ils peuvent conserver après leur dessiccation et leur exposition à la lumière solaire, les aléas de leur implantation sur les muqueuses respiratoire et digestive, ne fait pas de ces bacilles une armée invincible. Bien loin de là, ce sont des ennemis dispersés, redoutables sans doute, mais souvent déjà affaiblis, sinon même dépossédés de toute activité. L'homme, appuyé sur la *théorie de la virulence* et les *lois de la contagion*, peut les combattre avec les plus grandes chances de succès et échapper à leur invasion.

Naturellement, ces importantes notions ne comptent pas pour ceux qui, en matière de propagation tuberculeuse, estiment que le *terrain* est *tout* et la *graine* presque *rien*. On n'en trouverait pas trace dans leurs comparaisons de la graine et du terrain. Tout de même, on est en droit de s'étonner de l'assurance avec laquelle ils attribuent l'état réfractaire aux sujets qui conservent une santé parfaite dans les milieux contaminés. Cette attribution, en effet, a été faite sans qu'on se soit jamais assuré que les germes de ces milieux se trouvaient bien dans les conditions propres à réaliser l'infection de l'organisme humain, en y pénétrant par les muqueuses respiratoire ou digestive. Une telle lacune rendait ladite attribution tout au moins suspecte. Un fait d'observation courante en démontrait directement l'inexactitude. Dans la foule des sujets qui résistent à l'infection, au sein des milieux contaminés, il n'y a pas que des forts; on y rencontre aussi des faibles en nombre respectable.

Mais ce n'est pas de ceux qui résistent que nous avons à parler maintenant. Ce qui est surtout en question, c'est l'aptitude de l'homme sain et vigoureux à se laisser infecter par le bacille de Koch. L'existence en est évidente et indiscutable. Mais ce n'est pas tout ce qu'il importe d'en savoir. *Tous les*

hommes sains et vigoureux la possèdent-ils ? L'espèce humaine est-elle dans le même cas que l'espèce bovine, où cette aptitude est apparue dans mes expériences d'infection par la voie digestive, comme une propriété innée, commune à tous les individus qui appartiennent à l'espèce. Pour l'homme, on ne peut pas s'en assurer en recourant aux mêmes procédés d'expérimentation. Mais les propositions établies pour l'espèce bovine, d'après les résultats de l'emploi de ces procédés, s'appliquent nécessairement à l'espèce humaine.

Admettre, en effet, pour l'infection tuberculeuse de cette espèce, la possibilité d'autres lois physiologiques que pour l'espèce bovine serait une grave hérésie scientifique.

Depuis le commencement de ma campagne contre l'attribution à l'homme vigoureux du privilège d'être *intuberculisable*, on m'a plusieurs fois demandé mon opinion sur ce qui serait arrivé dans le cas hypothétique d'une expérience d'ingestion où des sujets humains auraient été substitués à mes sujets bovins. Je n'ai jamais manqué de répondre, sans la moindre hésitation, que TOUS *les sujets humains seraient devenus tuberculeux, comme le sont devenus* TOUS *les sujets bovins*. Cette égale unanimité dans les deux cas implique, bien entendu, la réalisation préalable de la condition nécessaire qu'aucun des sujets d'expériences, hommes ou bêtes, n'aurait été exposé, avant l'expérience, à l'action d'influences prophylactiques ou anaphylactiques capables de modifier, en moins ou en plus, la réceptivité innée de leur organisme pour la tuberculose.

Je n'aurais mieux su montrer qu'en citant cette réponse la confiance absolue que j'ai dans les principes de la méthode expérimentale et de la logique scientifique : confiance qui rend oiseuse, à mes yeux, la question qui constitue le titre de la présente Note. Toutefois, je constatais bientôt qu'elle ne l'était pas aux yeux de tous.

En effet, après la séance où je venais d'exposer les recherches expérimentales consacrées à la *comparaison des organismes vigoureux et des organismes débilités, au point de vue de leur aptitude à recevoir et à cultiver les microbes virulents*, je constatais, dans mes conversations, chez un ou deux de mes interlocuteurs, une tendance marquée au refus d'admettre que tous les sujets de l'espèce humaine fussent aussi *unanimement* aptes que tous les sujets de l'espèce bovine à contracter la tuberculose. L'insoutenable thèse des lois générales de la contagion variant avec les espèces ne les effrayait pas.

En la circonstance, l'erreur commise, facile à rectifier, n'était point ce

qui importe le plus, mais l'état d'esprit qu'elle révèle : sorte d'esprit particulariste, enclin à se défier des grandes généralisations, par là un peu inconscient des véritables caractéristiques de la méthode scientifique.

La constatation de cet état d'esprit m'imposait donc le devoir d'en rechercher les origines, pour essayer d'en neutraliser les effets.

Il est certain que, dans le monde médical, où tous comprennent que les principes de la lutte antituberculeuse doivent reposer sur la connaissance exacte des *lois de la contagion*, on ne reconnaît guère la nécessité de se servir de la même méthode de travail pour se procurer cette connaissance.

Les uns cherchent à déterminer les lois de la contagion à l'aide des procédés scientifiques de la MÉDECINE EXPÉRIMENTALE.

Les autres, plus nombreux, ne trouvent propres à être utilisés, pour cette recherche, que les enseignements purement empiriques directement fournis par la MÉDECINE CLINIQUE.

Veux-je dire, en opposant ainsi la *médecine expérimentale* et la *médecine clinique*, que celle-ci ne peut avoir rien de scientifique? En aucune manière. J'entends seulement appeler l'attention sur l'extrême difficulté qu'on éprouve souvent à tirer parti, au point de vue du déterminisme scientifique, de la simple observation de faits spontanés sur lesquels l'observateur n'a aucune prise. Par leur naissance, entourée de conditions très complexes, qu'il est fort difficile de démêler, quelquefois même de soupçonner, ces faits d'observation pure ne se prêtent guère d'emblée à la détermination rigoureuse de leurs causes essentielles et de leur mécanisme fondamental.

Les tenants de la *médecine expérimentale* échappent à ces difficultés, parce qu'ils sont en possession du pouvoir de faire naître, sous leurs yeux, les faits dont ils ont à expliquer la genèse. Ils ont de plus le grand avantage d'être forcés de faire entrer, dans le champ de leurs études, l'ensemble des espèces animales réceptrices des divers germes tuberculeux. Dans ce champ de recherches, ainsi élargi, la clinique médicale et la clinique vétérinaire se rencontrent et se fusionnent avec l'expérimentation physiologique, pour constituer le domaine scientifique de la médecine générale, une et indivisible. C'est une autre manière de dire qu'au point de vue scientifique, il ne saurait y avoir une pathologie humaine et une pathologie vétérinaire distinctes l'une de l'autre. Ce sont bien là des parties d'un même tout, la *pathologie comparée*, d'où l'on a tiré, grâce à l'emploi de la méthode expérimentale, les vraies *lois de la virulence*, et *la théorie de la contagion*.

C'étaient donc les déterminations de la médecine expérimentale qui devaient inspirer les principes de la lutte antituberculeuse. Ce n'est pas précisément ce qui eut lieu à l'Académie de Médecine. Jusqu'au dernier jour de la discussion en séance, on n'a pas plus tenu compte de ces déterminations que s'il n'en eut jamais été question dans la Science. MM. Roux et Richet en ont rappelé l'existence. J'ai dû, à mon tour, prendre la parole pour rétablir celles qui étaient le fruit de mon travail expérimental per-

sonnel et qui, à l'avance, avaient réfuté et condamné les contre-vérités qu'on tentait de substituer aux vrais principes directeurs de la lutte antituberculeuse.

On sait déjà, d'après ma dernière Communication, qu'il s'agissait de mes expériences de 1868.

La première démonstration de Villemin, sur la virulence de la tuberculose, par le procédé de l'inoculation au lapin de la matière tuberculeuse empruntée à l'homme, n'avait pas reçu un bon accueil. Son expérience donnait prise à quelques objections, parce qu'on y employait l'effraction, qui est une insolite porte d'entrée du virus tuberculeux, et qu'en l'absence de la maladie naturelle chez les Léporidés, on manquait de terme de comparaison pour établir la légitimité du diagnostic des tuberculoses expérimentales provoquées chez le lapin.

Pour écarter ces objections, je racontai, devant l'Académie de Médecine, mes premières tentatives de transmission de la tuberculose du bœuf au bœuf, par l'une des voies naturelles de l'infection, la voie digestive. Accueillies avec une défiance passionnée, ces expériences furent continuées pendant des années. Le nombre des sujets qui y furent consacrés atteignit le chiffre considérable de 60, dont on connaît le sort, puisque j'ai rappelé, dans la séance du 25 août, qu'*ils devinrent* TOUS *tuberculeux*.

Or, ces sujets, jeunes bovins récemment sevrés, veaux de lait pour le plus grand nombre, étaient TOUS, *sans exception, dans le plus florissant état de santé, au moment de leur mise en expérience. Donc, il ne manquait rien à leur organisme pour constituer, d'après les prétendus enseignements de la médecine clinique, un terrain absolument réfractaire à la germination du bacille tuberculeux!*

Mes expériences, avec la *formidable unanimité* des infections tuberculeuses qui s'y étaient produites, avaient donc bien fait voir, à l'avance, qu'en attribuant aux sujets forts et vigoureux, en parfait état de résistance, l'invulnérabilité contre les attaques du virus tuberculeux, on avait commis une *formidable erreur*, exposant aux plus graves et aux plus fâcheuses conséquences.

Les distingués confrères avec lesquels je me trouve en contradiction, à l'Académie de Médecine, sur la question fondamentale des conditions nécessaires au *terrain* et à la *graine*, pour la réalisation de l'infection tuberculeuse, sont à même, sans doute, de faire valoir quelques raisons pour expliquer leur oubli. La principale est sûrement d'avoir été dominés par l'état d'esprit spécial contre lequel je me suis donné la mission de réagir le plus énergiquement possible. Peut-être restent-ils encore très étonnés que, pour une lutte à entreprendre contre la tuberculose de *l'homme*, on leur demande de s'appuyer sur des principes tirés d'expériences faites sur *les animaux*. Raison de plus de combattre sans relâche cette *mentalité clinique*

qui pousse instinctivement ceux qui la possèdent à faire échec aux grandes conquêtes de la *méthode expérimentale*, dans le domaine général de la *virulence* et de la *contagion*.

CONCLUSIONS. — 1. *En résumé, il ne peut exister aucune différence entre l'espèce humaine et l'espèce bovine, au point de vue de l'aptitude innée ou spécifique, des sujets vigoureux à recevoir et à cultiver le bacille de la tuberculose.*

C'est la conséquence nécessaire du principe scientifique qui impose l'unité et la permanence dans les lois qui régissent les manifestations de la vie, comme tous les autres phénomènes naturels.

2. *Grâce à cette aptitude innée, commune aux deux espèces, et réserve faite de la rencontre possible, quoique peu probable, d'individus spontanément immunisés par l'intervention insoupçonnée d'une classique influence prophylactique,* TOUS *les sujets humains et bovins en parfaite santé, qui auraient reçu, dans les mêmes conditions, des bacilles tuberculeux actifs, s'infecteraient nécessairement à peu près de la même manière.*

3. *Ainsi, dans les expériences de transmission de la tuberculose du bœuf au bœuf,* TOUS LES SUJETS, SANS EXCEPTION AUCUNE, *ayant contracté la maladie,* IL EN EUT ÉTÉ NÉCESSAIREMENT DE MÊME *si l'expérience avait pu viser la transmission de la tuberculose de l'homme à l'homme.*

4. *Du reste, les observations cliniques, seules sources où l'on puisse aller puiser les éléments d'une confirmation matérielle des résultats de cette hypothétique expérience, donnent des indications en accord avec celles qu'imposent impérieusement les lois générales de la contagion.*

5. *Ces observations cliniques, en effet, fournissent un grand nombre d'exemples de sujets des plus vigoureux qui contractent la tuberculose aussi bien que les sujets faibles, dans les milieux contaminés.*

6. *Elles montrent aussi avec la même netteté que, parmi la foule considérable des individus qui échappent à l'infection dans ces milieux contaminés, il y a toujours des organismes faibles mêlés aux organismes vigoureux. Pour trouver la cause de cet échec à la contagion, ce n'est donc pas dans les conditions du terrain de culture du bacille qu'il faut la chercher. C'est au bacille lui-même qu'il est indiqué de s'adresser et aux conditions, plus ou moins favorables, que cette* GRAINE *peut offrir au succès de son implantation sur le* TERRAIN *de l'organisme.*

7. *Ce sont là des propositions fortement établies, qui achèvent de caractériser la non-valeur de la théorie de l'appauvrissement de l'*ORGANISME-TERRAIN *comme cause essentielle de la propagation du* BACILLE-GRAINE.

8. *Du reste, parmi les cas de foyers localisés de tuberculose entretenus par cette prétendue cause, il n'en est* PAS UN *où les aggravations et les reculs de la maladie, qui étaient attribués à l'introduction et à la suppression de causes de misère physiologique, n'aient coïncidé en même temps avec le relâchement et la sévérité de la sélection et de l'élimination des sujets infectants : relâchement et sévérité qui suffisent amplement à expliquer les oscillations de la courbe de morbidité de la tuberculose dans les agglomérations humaines.*

9. *En définitive, cette nouvelle étude, issue de la comparaison de l'espèce humaine et de l'espèce bovine, au point de vue de l'aptitude des sujets vigoureux à contracter la tuberculose, aboutit aux mêmes conclusions scientifiques et pratiques que la précédente. Pratiquement, il n'y aura rien de fait dans l'organisation de la lutte antituberculeuse, si l'effort des hygiénistes ne vise pas tout particulièrement la guerre à mort au microbe infectant et les moyens de rendre les porte-microbes inoffensifs à l'égard des sujets sains exposés à l'infection.*

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur l'origine du sucre sécrété dans la glycosurie phlorizique.* Note de MM. **R. Lépine** et **Boulud**.

On admet généralement que la glycosurie phlorizique est due à ce que les cellules rénales *produisent* du sucre. L'un de nous [1] soutient au contraire que le sucre urinaire provient exclusivement du sucre dégagé, aux dépens du sucre virtuel, dans les capillaires du rein [2]. En fait, la quantité de sucre urinaire excrété pendant un certain temps n'est pas supérieure à celle qui peut se dégager dans les capillaires du rein pendant le même temps.

Les expériences que nous avons récemment faites démontrent d'une manière plus directe que la source du sucre urinaire n'est pas dans les cellules rénales. Elles ont porté sur des chiens jeunes, d'assez forte taille, et nous avons procédé avec la méthode exposée dans notre dernière Note [3] :

---

[1] Lépine, *Revue de Méd.*, 1913, p. 614, et *Semaine méd.*, 24 septembre 1913.
[2] Voir Lépine et Boulud, *Comptes rendus*, 19 septembre 1904.
[3] Lépine et Boulud, *Comptes rendus*, 22 septembre 1913.

des canules sont introduites dans les uretères, près de la vessie, et mises en rapport chacune avec une burette surélevée d'un peu plus de 1^m. D'un côté on fait pénétrer de l'eau salée, très légèrement alcalinisée, renfermant de $0^g,25$ à $0^g,50$ pour 100 de phlorizine, et, de l'autre côté, de l'eau salée physiologique. Quand quelques centimètres cubes ont pénétré dans les reins, on cesse la pression, et on laisse couler librement l'urine pendant une demi-heure (temps suffisant pour qu'ils se dégorgent), puis on recueille l'urine comparativement des deux côtés.

On sait qu'une très petite dose de phlorizine injectée directement dans l'artère rénale produit immédiatement une glycosurie très intense du côté correspondant. Ainsi, dans une des expériences de Zuntz, peu de minutes après l'injection dans l'artère rénale de 4^{mg} de phlorizine, l'uretère correspondant excrétait, en 5 minutes, 106^{mg} de sucre (du côté opposé, 18^{mg}) (1). L'analyse de nos expériences nous a montré que pour produire une glycosurie de cette intensité, la phlorizine, introduite par l'uretère, doit être en quantité plus forte. Ce fait se comprend facilement si c'est l'endothélium vasculaire qui est le lieu d'attaque de la phlorizine.

Au début de l'écoulement qui suit la décompression, l'urine, du côté du rein phloriziné, contient généralement un peu plus de sucre que celle de l'autre côté. Cela est naturel, ce rein ayant été influencé par la phlorizine plus tôt que l'autre rein, auquel cette substance n'est arrivée que par la circulation générale. Mais, au bout de peu de temps (2 heures, par exemple), le rein phloriziné fournit au contraire moins de sucre que l'autre rein. Nos expériences (au nombre d'une dizaine) nous apprennent de plus que, du côté phloriziné, si la quantité d'urine est parfois augmentée, l'urée, presque toujours, est très notablement diminuée. Quant à l'excrétion des chlorures, elle est variable.

Ainsi, le fait constant résultant de nos expériences, c'est que l'urée et le sucre sont en quantité moindre du côté phloriziné pendant les heures qui suivent la décompression (sauf la période tout à fait initiale, comme nous l'avons expliqué plus haut, où, naturellement, le sucre est un peu augmenté). On peut conclure de ce fait que les cellules rénales, *du côté où elles ont été touchées directement* par la phlorizine, sont atteintes d'insuffisance fonctionnelle, explicable par la toxicité de cette substance. Cette insuffisance fonctionnelle toxique est en parfait accord avec le fait clinique

(1) *Archiv für Physiol.*, 1895, p. 592. Cette différence initiale tend très promptement à s'atténuer beaucoup, à mesure que la phlorizine arrive à l'autre rein par la circulation générale.

depuis longtemps connu, et utilisé par les chirurgiens, qu'un rein malade, sous l'influence de la phlorizine, donne moins de sucre qu'un rein sain.

Voici, à titre d'exemple, une de nos expériences :

Chien 2937. — Pression bilatérale de plus de 1^m, d'un côté avec de l'eau phlorizinée à $0^g,25$ pour 100. On laisse entrer 40^{cm^3}, ce qui correspond à $0^g,10$ de phlorizine ([1]). Quand les deux reins sont dégorgés, on recueille l'urine pendant plus d'une heure.

	Pour 1000 eau. Côté sain.	Côté phlorizinė.	Quantités de la dernière colonne, en supposant que celles de la première = 100.
Urée	$10^g,5$	6^g	59^g
Chlorures	8,2	7,4	90
Sucre	22,8	8,9	39
Quantités calculées pour 1 heure :			
Volume	38^{cm^3}	60^{cm^3}	160^{cm^3}
Urée	$0^g,39$	$0^g,36$	92^g
Chlorures	0,31	0,44	142
Sucre	0,86	0,53	61

Dans ce cas, la polyurie du côté phlorizinė était très forte. La diminution du sucre n'en est que plus remarquable.

En résumé, nos expériences contredisent l'hypothèse que le sucre éliminé dans la glycosurie phlorizique provienne des cellules rénales. Le point d'attaque de la phlorizine dans le rein paraît être surtout l'endothélium vasculaire. Dans une prochaine Note, nous apporterons un nouveau fait à l'appui de cette idée.

GÉOLOGIE. — *L'histoire fluviale et glaciaire de la vallée du Rhône aux environs de Lyon*. Note ([2]) de M. Charles Depéret.

Peu de vallées françaises ont suscité d'aussi nombreux travaux que la vallée du Rhône aux environs de Lyon. Pour se limiter aux grandes étapes de l'étude de ces formations fluviales et glaciaires, on doit citer la belle

([1]) On a vu que, dans l'expérience de Zuntz, 4^{mg} seulement avaient été injectés dans l'artère.

([2]) Présentée dans la séance du 29 septembre 1913.

monographie de Falsan et Chantre (1879) où sont précisées les limites du glacier rhodanien et la direction de ses courants d'écoulement. En 1884, Fontannes établit la distinction capitale des alluvions ferrugineuses des plateaux, d'âge pliocène et des alluvions grises quaternaires, celles-ci emboîtées dans les premières. Delafond (1889), puis Delafond et Depéret dans leur monographie sur *La Bresse* (1893) distinguent dans les alluvions quaternaires une *haute terrasse* antéglaciaire et une *basse terrasse*, se reliant graduellement à un *amphithéâtre morainique*, plus intérieur que les moraines du maximum d'extension. Les graviers de la haute terrasse sont considérés comme appartenant à la *période de progression* du glacier, tandis que ceux de la basse terrasse répondent à la *période de recul* et de stationnement du glacier du Rhône, en arrière de son premier front. La première édition de la feuille géologique de Lyon parue en 1890 traduit ce stade de nos connaissances.

En 1895, Penck et Du Pasquier, appliquant à la région lyonnaise le classement adopté par eux en Suisse et en Bavière, admettent à Lyon l'existence de deux *périodes glaciaires* ou *glaciations* distinctes, la plus ancienne répondant aux *moraines externes* des hautes collines lyonnaises, la plus récente aux *moraines internes* de l'amphithéâtre Saint-Quentin-Anthon. Enfin, Penck et Bruckner, dans leur bel Ouvrage *Die Alpen im Eiszeitalter*, classent les moraines externes couvertes de lœss et les alluvions qui les supportent dans la période glaciaire *rissienne*, tandis que les moraines internes et les alluvions de la basse terrasse qui en émanent sont rapportées à la période glaciaire *würmienne*.

Tel était l'état de la question lorsque j'ai été amené, en vue de la seconde édition de la feuille géologique de Lyon, à reprendre l'étude détaillée de ces terrains. Cette étude m'a amené, comme on va le voir, à des modifications très importantes aux idées antérieurement admises. J'exposerai mes observations en marchant de la fin des temps pliocènes vers l'époque actuelle.

I. Alluvions pliocènes. — Je ne reviendrai pas sur les caractères de couleur ferrugineuse et d'altération qui distinguent le plus souvent les alluvions de la fin du Pliocène. Mais j'insisterai sur l'existence de *trois terrasses* de graviers pliocènes étagées, répondant à des temps d'arrêt dans le creusement progressif de la vallée pliocène.

1° *Terrasse de* 215^m. — Si l'on fait abstraction des problématiques galets de quartzite alpins trouvés dans les fentes du mont Narcel, à l'altitude de

près de 600^m, le maximum de remblaiement de la vallée du Rhône à Lyon est représenté par une terrasse alpine très morcelée, dont les lambeaux principaux se voient sur la rive droite à Montagny et au-dessus de Sainte-Colombe (360^m). Mon collaborateur, M. Doncieux, l'a retrouvée sur la rive gauche au télégraphe de Seyssuel (357^m). C'est donc une terrasse de 215^m d'altitude relative, au-dessus du thalweg actuel.

2° *Terrasse de* 140^m-145^m. — On observe, sur le plateau gneissique lyonnais de la rive droite de la Saône, une belle terrasse alpine régulière qui atteint à Champagne, à Marcy-l'Étoile, à Craponne, l'altitude maximum de 307^m, soit environ 145^m au-dessus du Rhône. On la suit en aval à Francheville-le-Haut, 299^m ; entre Beaunant et Brignais, puis vers Chassagny, 286^m ; Givors, et enfin sur un beau plateau, 290^m, au-dessus de Sainte-Colombe. M. Doncieux n'en signale aucun lambeau sur la rive gauche.

3° *Terrasse de* 120^m-125^m. — Cette terrasse très étendue couvre le plateau de la Dombes, sous une couverture glaciaire, aux altitudes de 294^m à Beynost, 290^m à Saint-Maurice-de-Beynost, 285^m à Mas-Rillier jusqu'au village de Sathonay, 280^m. Elle traverse ensuite la Saône, passe au pied du mont Ceindre : La Chaux, 275^m, Crécy, 275^m, route de Saint-Didier, 280^m, forme le plateau de la Duchère, 270^m, puis le large plateau du Point-du-Jour, 276^m, ceux de Saint-Genis-Laval, 272^m, d'Irigny-Charly, et se retrouve au nord de Givors, 270^m et au-dessus de Loire, 270^m. Sur la rive gauche du Rhône, M. Doncieux en a noté de beaux fragments autour de Seyssuel, 275^m, ainsi qu'aux monts Salomon, 273^m, et Arnan, 268^m, au-dessus de Vienne.

Il est à remarquer que ces trois terrasses, d'origine purement fluviale, dessinent d'anciens tracés du Rhône, empiétant sur le Plateau Central et cela d'autant plus loin vers l'Ouest qu'il s'agit d'un niveau plus ancien et plus élevé.

II. Alluvions quaternaires. — *Terrasse de* 90^m-95^m. — Après un creusement intensif de la vallée, l'époque quaternaire débute par une période de remblaiement qui édifie une *haute terrasse* de graviers gris, en général peu grossiers et mêlés de lits sableux, qui domine de 95^m environ le thalweg actuel. On peut suivre aisément cette terrasse depuis le débouché de l'ancien Rhône par la cluse de l'Albarine à Ambérieu jusqu'à la Valbonne (croix de Béligneux, 279^m). A partir de Neyron, la terrasse quaternaire entame le plateau de la Dombes, se dirigeant obliquement sur le ravin de

Sathonay, *où se faisait alors le confluent de la Saône*, et constitue jusqu'à la Croix-Rousse le long plateau triangulaire de Caluire aux cotes 258 à Rillieux, 256 à Sathonay, 248 à Vassieux et au Vernay. A partir de Lyon, la haute terrasse forme un étroit liseré sur la rive droite de la Saône jusqu'à la Mulatière, puis sur la rive gauche à Saint-Fons, Feysin, Serezin. Je lui attribue plus au Sud, dans la région Chasse-Communay, la terrasse très aplanie 245^m qui, selon M. Doncieux, domine le Rhône de 90^m-95^m et dont j'ai retrouvé un beau lambeau, 243^m, au-dessus de Sainte-Colombe.

Le cours de ce premier Rhône quaternaire suivait donc à très peu près, tout au moins sur la feuille de Lyon, le tracé du fleuve actuel.

Il importe de noter qu'il s'agit d'une terrasse purement fluviale, indépendante de toute intervention glaciaire. Cette indépendance de la haute terrasse par rapport au glaciaire rissien qui la recouvre presque partout, s'affirme : 1° soit par l'absence de passage graduel vertical aux dépôts glaciaires, le sommet de la terrasse étant fréquemment durci et transformé en poudingue; 2° soit plus encore par le ravinement intense et presque constant des flancs de la terrasse par la boue glaciaire rissienne, comme à Neyron, à la Pape, à Saint-Clair, aux Étroits, etc.

A l'époque où le glacier rissien atteint Lyon, la haute terrasse non seulement existait déjà, mais avait été ravinée presque jusqu'au niveau du Rhône actuel par des érosions corrélatives d'un fort abaissement du niveau de base. C'est là un point de vue nouveau et très différent des conceptions antérieures qui regardaient la terrasse de 95^m comme l'émanation directe du glacier rissien.

Le glacier du Rhône n'a donc atteint la région lyonnaise qu'à une époque encore plus récente des temps quaternaires. L'étude de ces glaciations successives fera l'objet d'une prochaine Note.

En faisant hommage à l'Académie de son récent Ouvrage, *Études sur Léonard de Vinci*, troisième série : *Les précurseurs parisiens de Galilée*, M. **P. Duhem** adresse la lettre suivante :

Je vous serais extrêmement reconnaissant d'offrir de ma part, à l'Académie des Sciences, l'hommage de ce Livre.

Lorsqu'on étudie l'œuvre d'un de ceux qui, au début du XVIIe siècle, ont créé la Dynamique, l'œuvre de Galilée, par exemple, on a coutume d'en opposer les doctrines à celles d'Aristote; et comme on tient le moyen âge

tout entier pour asservi à la Physique péripatéticienne, on croit découvrir un abîme d'une profondeur extrême entre la science médiévale et la science des temps modernes; l'apparition de celle-ci semble une création soudaine que rien, dans le passé, n'annonçait ni ne préparait.

Une connaissance plus exacte des doctrines professées au sein des écoles du moyen âge nous conduit à réformer ce jugement. Elle nous apprend qu'au XIVe siècle les maîtres de Paris, rebelles à l'autorité d'Aristote, avaient construit une Dynamique entièrement différente de celle du Stagirite; que cette Dynamique contenait déjà, en ce qu'ils ont d'essentiel, les principes appelés à recevoir, de Galilée et de Descartes, une forme mathématique précise et la confirmation expérimentale; que ces doctrines parisiennes s'étaient, dès le début du XVe siècle, répandues en Italie, où elles avaient rencontré une vive résistance de la part des Averroïstes, gardiens jaloux de la tradition d'Aristote et du grand Commentateur; qu'elles avaient été adoptées, au cours du XVIe siècle, par la plupart des mathématiciens; enfin que Galilée, dans sa jeunesse, avait lu plusieurs des Traités où se trouvaient exposées ces théories appelées à recevoir de lui un développement magnifique.

La Dynamique de l'École de Paris, au milieu du XIVe siècle, s'incarne surtout en trois hommes : Jean Buridan, Albert de Saxe et Nicole Oresme.

Jean Buridan énonce la loi de l'inertie. Il lui donne une forme que Galilée gardera intacte et dont Descartes, le premier, accroîtra la précision. Celui qui lance un projectile lui communique un *impetus;* cet *impetus* demeurerait constant dans le mobile si la gravité de ce mobile et la résistance du milieu ne l'atténuaient sans cesse. Cet *impetus* est le produit de la masse du mobile, que Buridan définit comme la définira Newton, et d'une fonction croissante de la vitesse.

Cet *impetus* deviendra l'*impeto* ou *forza* de Léonard de Vinci. Précisant d'une manière inexacte la fonction de la vitesse que Buridan avait eu la prudence de laisser indéterminée, Galilée et Descartes admettront que l'*impetus* est proportionnel à la vitesse; ils en feront, l'un son *impeto* ou *momento*, l'autre sa *quantité de mouvement;* corrigeant cette définition erronée, Leibniz donnera, par sa *force vive*, l'évaluation quantitative de l'*impetus* que Buridan s'était borné à décrire d'une manière qualitative.

Un grave lancé vers le haut monte de plus en plus lentement, parce que la pesanteur, dirigée en sens contraire du mouvement du mobile, atténue l'*impetus* qui s'évanouit au moment où le mobile atteint le point culminant de sa course. Lorsqu'un grave tombe, au contraire, la pesanteur, qui est de

même sens que la vitesse du mobile, accroît sans cesse l'*impetus* et, partant, la vitesse.

Ces pensées de Buridan sont si parfaitement conformes à celles de Galilée que Torricelli, pour vulgariser ces dernières, reprendra, dans ses *Leçons académiques*, les raisonnements, les exemples et presque le langage du maître parisien.

Là où le mouvement n'est contrarié ni par la tendance naturelle du mobile, ni par la résistance du milieu, l'*impetus* demeure constant; le mouvement est uniforme et perpétuel. De cette loi d'inertie, Buridan fait l'application aux orbes célestes; en vertu de cette loi, ceux-ci gardent indéfiniment le mouvement qui leur a été communiqué, au moment de la création, par la « chiquenaude » initiale.

Cette affirmation de Buridan est une des plus considérables qui, au cours des siècles, ait été formulée en Physique; pour la première fois, on cessait d'attribuer le mouvement des astres à l'action d'êtres spirituels, d'intelligences séparées de la matière; pour la première fois, on déclarait que les mêmes principes dominent la Mécanique céleste et la Mécanique terrestre. On peut dire que la Science moderne est née le jour où cette affirmation a été posée.

Albert de Saxe admet toute la Dynamique de Buridan; non content de l'exposer avec grande clarté, il la précise en certains points; il se demande suivant quelle loi s'accélère la chute d'un grave; de cette loi, il propose deux formes : la vitesse est proportionnelle au chemin parcouru ou bien elle est proportionnelle à la durée de la chute; entre ces deux lois il demeure en suspens. Après avoir connu cette hésitation, Léonard de Vinci et Galilée opteront pour la seconde loi.

Dans son *Traité du Ciel* où, après minutieuse discussion, il accorde, au mouvement diurne de la Terre, la préférence sur le mouvement diurne du ciel, Nicole Oresme adopte, lui aussi, la Dynamique de Jean Buridan. Dans un autre écrit où, précurseur de Descartes, il use sans cesse des coordonnées et formule clairement l'idée essentielle de la Géométrie analytique, il se propose d'établir la loi du chemin parcouru dans un mouvement uniformément varié; la preuve qu'il en donne est cette *démonstration du triangle* que reprendront Galilée et Descartes. La règle, d'ailleurs, semble avoir été connue, à Paris et à Oxford, avant d'avoir reçu d'Oresme cette justification.

En réunissant les pensées de Buridan, d'Albert de Saxe et d'Oresme, on obtiendrait une part de la doctrine mécanique que l'on croit, communément, inventée en entier par Galilée.

Les Parisiens, d'ailleurs, n'avaient pas attendu Galilée pour faire cette synthèse. Avant le milieu du XVIe siècle, un de leurs élèves, le dominicain espagnol Dominique Soto la regarde comme acquise. Partisan de la Dynamique de Buridan, Soto enseigne que la chute d'un grave est uniformément accélérée, que l'ascension d'un grave est uniformément retardée et, pour évaluer le chemin parcouru dans ces mouvements, il fait usage de la règle démontrée par Oresme.

Exposer en détail les découvertes de ces précurseurs parisiens de Galilée, décrire les vicissitudes qu'elles ont éprouvées jusqu'au jour où les grands mécaniciens du XVIIe siècle en ont assuré le triomphe, c'est tout l'objet du Livre que nous avons l'honneur de présenter à l'Académie.

M. **Vito Volterra** fait hommage à l'Académie de ses *Leçons sur les fonctions de lignes*, professées à la Sorbonne en 1912.

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre du Commerce et de l'Industrie** adresse le *Rapport sur le fonctionnement, pendant l'année* 1912, *du Laboratoire d'essais au Conservatoire national des Arts et Métiers*, par M. Douane.

MM. **de Forcrand**, **Grand'Eury** prient l'Académie de vouloir bien les compter au nombre des candidats aux trois postes encore vacants d'Académiciens non résidents.

MM. **P. Clausmann**, **Marcel Merle**, **Louis Mercier** prient l'Académie de les compter au nombre des candidats au poste d'Essayeur, vacant à la Monnaie.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Le fascicule II (*Observations*) des *Annales du Bureau central météorologique*, publiées par M. A. Angot.

2° LEONHARDI EULERI *Commentationes analyticæ ad theoriam integralium ellipticorum pertinentes*, edidit ADOLF KRAZER.

3° *Letters and recollections of Alexander Agassiz, with a sketch of his life and work, edited by* G.-R. AGASSIZ.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur le spectre de la comète Metcalf* 1913 *b*. Note de M. **J. Bosler**, présentée par M. H. Deslandres.

Nous avons étudié, à Meudon, le spectre de la comète Metcalf 1913 *b* à l'aide du prisme à miroir objectif installé à l'Observatoire pour l'étude des comètes et des astres faibles. L'appareil a un diamètre de $0^m,25$ et un rapport d'ouverture de $\frac{1}{3}$, ce qui le rend particulièrement propre à ce genre de recherches.

Trois clichés ont été obtenus les 24, 25 et 26 septembre; ils ont été posés respectivement $2^h 23^m$ (plaque Lumière violette), $3^h 30^m$ (plaque Jougla mauve orthochromatisée) et enfin $3^h 10^m$ (plaque Lumière violette). Véga a chaque fois servi de spectre de comparaison.

Ces épreuves laissent voir un faible fond continu qui paraît s'étendre d'un bout à l'autre du spectre et trois condensations bien nettes : vers λ 473, vers λ 407 et vers λ 388; la première correspondant aux hydrocarbures (spectre de Swan) et la dernière étant attribuée au cyanogène. C'est là d'ailleurs le spectre le plus habituel des comètes.

En somme, le spectre de la comète Metcalf est presque identique à celui de la comète Schaumasse déjà étudié par nous en mai dernier (¹). Il est seulement plus faible, ce qui tient sans doute au diamètre apparent assez considérable de la comète actuelle.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la convergence des séries de fonctions orthogonales*. Note de M. **Michel Plancherel**, présentée par M. Émile Picard.

En modifiant dans ses détails la méthode donnée par M. E. W. Hobson (*Proc. London Math. Soc.*, 2ᵉ série, t. XII, p. 297-308) pour étudier la con-

(¹) *Comptes rendus*, 2 juin 1913, p. 1653.

vergence des séries de fonctions orthogonales, j'ai obtenu le théorème suivant, dont les théorèmes connus de Weyl et de Hobson sont des corollaires :

Théorème. — *Si les fonctions* $\varphi_n(x)$ $(n = 1, 2, 3, \ldots)$ *forment un système normé de fonctions orthogonales dans l'intervalle* (a, b), *c'est-à-dire si*

$$\int_a^b [\varphi_n(x)]^2\,dx = 1, \qquad \int_a^b \varphi_m(x)\,\varphi_n(x)\,dx = 0, \qquad m \neq n;$$

si, de plus, les constantes réelles c_n *sont telles que* $\sum_1^\infty c_n^2 (\log n)^3$ *converge, la série* $\sum_1^\infty c_n\varphi_n(x)$ *converge presque partout dans l'intervalle* (a, b).

Sans restreindre la généralité de la démonstration, nous pouvons prendre $a = 0$, $b = 1$ et considérer les logarithmes à base 10. Nous introduirons les abréviations

$$s(x; m, n) = \sum_{\nu=m+1}^{n} c_\nu \varphi_\nu(x), \qquad \sigma(m, n) = \sum_{\nu=m+1}^{n} c_\nu^2, \qquad S(m, n) = \sum_{\nu=m+1}^{n} c_\nu^2 (\log\nu)^3.$$

$\delta > 0$ étant pris arbitrairement petit, soit $N = N(\delta)$ un indice $\geqq 2$, tel que $S(10^N, \infty) < \delta^3$.

n étant un entier quelconque $> 10^N$ et r un entier tel que $10^r \leqq n < 10^{r+1}$, la première partie de la démonstration établit l'existence d'un ensemble K de points de l'intervalle $(0, 1)$, indépendant de n et de r, sur lequel $|s(x; 10^r, n)| < 2\delta$. La seconde partie consiste à prouver qu'en tout point d'un ensemble M_δ, de mesure $> 1 - 19\delta$, on a $|s(x; n, n')| < 4\delta$, quels que soient n, $n' \geqq 10^N$. Enfin, la troisième partie montre que, sur un ensemble M de mesure aussi voisine de l'unité qu'on veut, $\sum_1^\infty c_n\varphi_n(x)$ converge uniformément.

I. Considérons l'ensemble $E^{(\lambda)}$ $(\lambda = 0, 1, 2, \ldots, r)$ des indices de la suite $10^r + \mu . 10^\lambda$ $(\mu = 0, 1, 2, \ldots)$ qui sont inférieurs à 10^{r+1} $(r \geqq N)$ et répartissons-les par groupes $F_h^{(\lambda)}$ $(h = 0, 1, 2, \ldots)$ de dix indices

$$F_h^{(\lambda)} : 10^r + h.10^{\lambda+1}, \quad 10^r + h.10^{\lambda+1} + 10^\lambda, \quad \ldots, \quad 10^r + h.10^{\lambda+1} + 9.10^\lambda.$$

On voit que

$$\sum_{(h)}\sum_{k=1}^{9}\int_0^1 \{s(x;\, 10^r+h.10^{\lambda+1},\, 10^r+h.10^{\lambda+1}+k.10^\lambda)\}^2\,dx$$

$$<9\sum_{(h)}\sigma[10^r+h.10^{\lambda+1},\, 10^r+(h+1)10^{\lambda+1}]<\frac{9}{r^3}S(10^r, 10^{r+1}),$$

la sommation (h) étant étendue à tous les groupes $F_h^{(\lambda)}$ de $E^{(\lambda)}$. Il existe, par conséquent, un ensemble G_λ de points de $(0, 1)$, de mesure

$$>1-\frac{9}{\delta^2 r}S(10^r, 10^{r+1}),$$

en tout point duquel $|s(x;\, \alpha_1, \alpha)|<\frac{\delta}{r}$, α étant un indice quelconque de $E^{(\lambda)}$ et α_1 le premier indice du groupe $F_h^{(\lambda)}$ de $E^{(\lambda)}$ auquel appartient α. En particulier, si nous écrivons n en notation décimale

$$n=k_0+k_1.10+k_2.10^2+\ldots+k_r.10^r \qquad (0\leqq k_\nu<10)$$

et si nous notons

$$n_1=n-k_0,\quad n_2=n_1-k_1.10,\quad \ldots,\quad n_r=k_r.10^r,$$

nous voyons que n appartient au groupe $F_h^{(0)}$ dont le premier élément est n_1, n_1 appartient au groupe $F_h^{(1)}$ dont le premier élément est n_2, et ainsi de suite. n_r appartient à $E^{(r)}$ formé d'un seul groupe dont le premier élément est 10^r. Sur G_λ, on a donc $|s(x;\, n_{\lambda+1}, n_\lambda)|<\frac{\delta}{r}$.

Les points communs aux $(r+1)$ ensembles G_λ forment un ensemble H_r de mesure $>1-\frac{9(r+1)}{\delta^2 r}S(10^r, 10^{r+1})>1-\frac{18}{\delta^2}S(10^r, 10^{r+1})$, en tout point duquel

$$|s(x;\, 10^r, n)|=\left|s(x;\, n_1, n)+\sum_{\lambda=0}^{r-1}s(x;\, n_{\lambda+1}, n_\lambda)+s(x;\, 10^r, n_r)\right|<\frac{\delta(r+2)}{r}<2\delta;$$

cela, pour toute valeur de n comprise entre 10^r et 10^{r+1}. L'ensemble K des points communs à tous les ensembles $H_r (r\geqq N)$ a une mesure

$$>1-\frac{18}{\delta^2}S(10^N, \infty)>1-18\delta;$$

en tout point de cet ensemble $|s(x;\, 10^r, n)|<2\delta$, quels que soient les indices n, r, pourvu que $10^r\leqq n<10^{r+1}$, $r\geqq N$.

2. Les formules immédiates

$$\sum_{t=N}^{m-1}\int_0^1 \{s(x;10^t,10^m)\}^2\,dx = \sum_{t=N}^{m-1}(t+1-N)\,\sigma(10^t,10^{t+1}) < S(10^N,10^m) < \delta^3$$

permettent d'affirmer que dans un ensemble de mesure $>1-\delta$ toutes les expressions $|s(x;10^t,10^m)|\,(N\leqq t\leqq m)$ sont $<\delta$. L'ensemble L_m de tous les points, pour lesquels toutes les expressions $|s(x;10^t,10^{t'})|\,(N\leqq t,t'\leqq m)$ sont $<2\delta$, contient certainement l'ensemble précédent; il a donc une mesure $>1-\delta$. Or, L_m contient L_{m+1}; par conséquent, l'ensemble L des points communs à tous les ensembles $L_m(m\geqq N)$ a sa mesure $\geqq 1-\delta$. En tout point de L, $|s(x;10^t,10^{t'})|$ est $<2\delta$, quels que soient $t,t'\geqq N$. Si maintenant nous désignons par M_δ l'ensemble des points communs aux deux ensembles K et L, la mesure de M_δ est $>1-19\delta$ et, en chacun de ses points, $|s(x;n,n')|<4\delta$, quels que soient les indices n,n' supposés $\geqq 10^{N(\delta)}$.

3. ε désignant un nombre positif arbitrairement petit et $\sum_1^\infty \delta_\nu$ une série convergente à termes positifs, de somme $<\varepsilon$, les ensembles $M_{\delta_1}, M_{\delta_2}, \ldots$ attachés aux nombres $\delta_1, \delta_2, \ldots$ contiennent un ensemble M de mesure $>1-19(\delta_1+\delta_2+\ldots)>1-19\varepsilon$. $\sum_1^\infty c_n\varphi_n(x)$ converge uniformément sur l'ensemble M, car sur cet ensemble $|s(x;n,n')|$ devient inférieur à la quantité arbitrairement petite $4\delta_\nu$, lorsque n, n' sont $\geqq 10^{N(\delta_\nu)}$. La mesure de M étant aussi voisine de 1 qu'on veut, les points de divergence de la série forment au plus un ensemble de mesure nulle; la série converge donc presque partout.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les familles de fonctions multiformes admettant des valeurs exceptionnelles dans un domaine*. Note de M. **Georges Rémoundos**, présentée par M. Émile Picard.

I. Je me propose de faire connaître ici de nouveaux résultats sur les familles de fonctions multiformes admettant dans un domaine D des valeurs exceptionnelles, qui viennent compléter ceux que j'ai eu l'honneur de

communiquer dans des Notes précédentes [1]. J'ai établi les théorèmes suivants :

Théorème I. — *Soit une famille* (F) *de fonctions* $u = \varphi(z)$ *algébroïdes à* ν *branches finies dans un domaine* D. *Si les fonctions de cette famille ne prennent, dans ce domaine, aucune des valeurs représentées par les points d'une courbe* Γ *du plan* u (*cette courbe est alors exceptionnelle pour toutes les fonctions de la famille dans le domaine* D), *la famille est normale dans le domaine* D; *c'est-à-dire : de toute suite infinie de fonctions de la famille nous pouvons extraire une nouvelle suite infinie convergeant uniformément vers des fonctions-limites algébroïdes et finies dans* D *ou la constante infinie, dont le nombre total des branches est égal à* ν.

Théorème II. — *Soit* (F) *la famille composée de toute les fonctions* $u = \varphi(z)$ *définies par l'équation*

$$f(z, u) = u^\nu + A_1(z) u^{\nu-1} + A_2(z) u^{\nu-2} + \ldots + A_{\nu-1}(z) u + A_\nu(z) = 0,$$

où les $A_1(z)$, $A_2(z)$, ..., $A_\nu(z)$ *désignent des fonctions holomorphes dans le voisinage de* $z = 0$,

$$(2) \qquad \begin{cases} A_1(z) = a_1 + b_1 z + \ldots, \\ A_2(z) = a_2 + b_2 z + \ldots, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ A_\nu(z) = a_\nu + b_\nu z + \ldots, \end{cases}$$

les coefficients $a_1, b_1, a_2, b_2, \ldots, a_\nu, b_\nu$ *et le degré* ν *étant fixes, tandis que tous les coefficients non écrits sont des paramètres variables, et considérons deux autres nombres quelconques* a *et* b *tels que*

$$\frac{a^\nu + a_1 a^{\nu-1} + a_2 a^{\nu-2} + \ldots + a_\nu}{b^\nu + a_1 b^{\nu-1} + a_2 b^{\nu-2} + \ldots + a_\nu} \neq \frac{b_1 a^{\nu-1} + b_2 a^{\nu-2} + \ldots + b_\nu}{b_1 b^{\nu-1} + b_2 b^{\nu-2} + \ldots + b_\nu}.$$

Si ce point $z = 0$ *n'est pas un point d'intersection des branches (c'est-à-dire l'équation* $x^\nu + a_1 x^{\nu-1} + a_2 x^{\nu-2} \ldots + a_\nu = 0$ *n'a pas des racines multiples), il existe un cercle*

$$|z| < R = R(\nu, a_1, b_1, a_2, b_2, \ldots, a_\nu, b_\nu, a, b),$$

[1] *Le théorème de M. Picard et les fonctions multiformes* (*Comptes rendus*, t. 155, 2e semestre 1912, p. 818-820 et 1592-1595); *Sur les familles de fonctions algébroïdes* (t. 156, 1er semestre 1913, p. 862-865) et *Sur les séries et les familles de fonctions algébroïdes dans un domaine*, p. 1141-1144.

Voir aussi : *Le théorème de M. Picard et les fonctions multiformes* (*Rendiconti del Circolo matematico di Palermo*, t. XXXV, 1er semestre 1913).

dont le cercle est fixe ne dépendant que des nombres ν, a_1, b_1, a_2, b_2, ..., a_ν, b_ν, a, b [et nullement des paramètres variables des séries (2)] *à l'intérieur duquel toute fonction finie de la famille* (F) *ou bien admet un point singulier transcendant, ou bien prend au moins une fois une des valeurs représentées par les points de toute courbe du plan u joignant le point a au point b.*

Le résultat analogue au théorème I et concernant les familles de fonctions holomorphes dans un domaine D est établi par M. P. Montel dans son important Mémoire récemment publié [*Sur les familles de fonctions analytiques qui admettent des valeurs exceptionnelles dans un domaine* (*Annales de l'École normale supérieure*, t. XXIX, novembre 1912, p. 494-496)]. Quant au théorème II, c'est visiblement dans le domaine du célèbre théorème de M. Picard et dans la direction ouverte par M. Landau.

2. Pour les fonctions ayant une infinité de branches, j'ai établi les résultats suivants qui complètent ceux de M. Boutroux publiés dans ses travaux : 1° *Fonctions multiformes à une infinité de branches* (*Annales scientifiques de l'École normale supérieure*, 3ᵉ série, t. XXII, 1905, p. 441-469); 2° *Sur les fonctions-limites des fonctions multiformes* (*Rendiconti del Circolo matematico di Palermo*, t. XXIV, 1907).

3. Soit $y(z)$ une fonction ayant une infinité de branches dans le voisinage d'un point z_0 et soit (E) un ensemble de branches $y(z)$ algébroïdes dans ce voisinage de $z = z_0$, dont chacune ne puisse se permuter qu'avec $\nu - 1$ au plus autres branches. On peut en extraire une suite infinie de branches convergeant uniformément vers des fonctions-limites (branches-limites) qui sont toutes algébroïdes dans le voisinage de $z = z_0$ ou vers la constante infinie. Il faut seulement supposer que le point z_0 ne soit pas un point d'indétermination complète de la fonction donnée $y(z)$; il faut qu'il existe au moins une ligne qui n'appartienne pas au domaine de l'indétermination dans le voisinage de $z = z_0$ de la fonction $y(z)$.

4. Si chaque branche de l'ensemble (E) se permute avec $\nu - 1$ autres branches dans le voisinage du point z_0 et si, en une infinité de points z tendant vers le point z_0 comme point-limite, l'ensemble dérivé de l'ensemble (E) a au plus ν valeurs, il en est de même dans tout le voisinage du point z_0 et l'ensemble (E) convergera uniformément dans le voisinage de z_0 vers des fonctions-limites (branches-limites) algébroïdes et finies dans le voisinage de z_0, dont le nombre total de branches est égal à ν.

Le point z_0 des théorèmes ci-dessus énoncés appartient à l'ensemble

dérivé de l'ensemble ζ des points critiques de notre fonction multiforme et c'est là précisément le complément que nous apportons aux résultats de M. Boutroux.

THERMODYNAMIQUE. — *Sur quelques propriétés des ondes de choc et combustion.* Note de M. **Émile Jouguet**, présentée par M. L. Lecornu.

I. Soit un mélange gazeux susceptible de brûler, dont le degré de combustion est caractérisé par une variable α variant de 0 à 1. Ce mélange se trouve en un état homogène d'équilibre où le volume spécifique est σ_1, la température absolue T_1, la pression p_1 et où le degré de combustion α_1 est nul.

Dans ce mélange se propage une onde de choc et combustion portant le fluide à l'état σ_2, T_2, p_2, α_2. Nous supposerons d'ailleurs la dissociation négligeable, de sorte que nous ferons $\alpha_2 = 1$.

Soient L le pouvoir calorifique à volume constant dans l'état σ_1, T_1, et c_2 la chaleur spécifique des produits brûlés, *supposée fonction de la température seule*. La loi adiabatique dynamique donne

$$\int_{T_1}^{T_2} c_2\,dT = L + \frac{p_1 + p_2}{2}(\sigma_1 - \sigma_2). \tag{1}$$

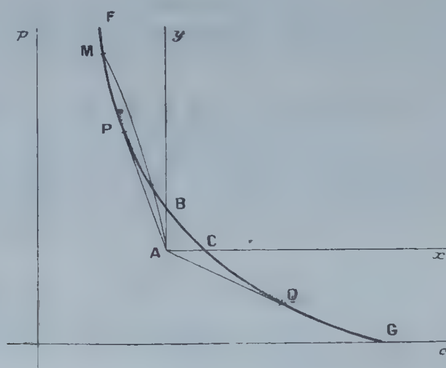
D'ailleurs,

$$p_1\sigma_1 = k_1 R T_1, \qquad p_2\sigma_2 = k_2 R T_2,$$

en désignant par k_1 et k_2 les nombres de molécules contenus dans l'unité de masse des gaz frais ou brûlés. L'état initial σ_1, T_1, p_1 étant donné, (1) fournit donc, entre p_2 et σ_2, une relation qu'on peut représenter (*voir* la figure) par une courbe FG dans un plan σ, p. Le point A représente l'état initial σ_1, p_1. Un point quelconque M de la courbe représente une onde de choc et combustion se propageant dans A.

M. Crussard, qui a le premier tracé cette courbe, s'est borné à la considérer dans la partie FB. Dans une Note publiée dans les *Comptes rendus* du 10 janvier 1910, j'ai étudié certaines de ses propriétés. J'ai montré notamment que les ondes correspondant à l'arc CQ se propageaient avec une vitesse inférieure à celle du son dans le milieu avant, et cette remarque m'a conduit à émettre des doutes sur leur possibilité. Je pense aujourd'hui que ces doutes étaient un peu exagérés. La propriété signalée me paraît toujours très importante au point de vue de l'altération des ondes au cours

de leur propagation quand les conditions aux limites ne sont pas convenables; elle ne me semble plus être un obstacle absolu à leur existence. Déjà dans deux Notes parues ici même le 17 mars et le 7 avril 1913, j'ai proposé, pour les déflagrations lentes, une interprétation qui les explique par une quasi-onde de l'arc CQ voisine du point C. En outre, les travaux



de M. Taffanel et un récent Mémoire de M. Crussard [1] me font penser que la considération des ondes de l'arc CQ peut être utile pour la théorie des explosions déflagrantes précédées d'une chasse préalable.

Il y a donc un certain intérêt à étudier les propriétés de la courbe FG, même en dehors de l'arc FB.

II. Pour les ondes P et Q, la célérité est égale à celle du son dans le milieu arrière. Cette célérité passe par un minimum en P, par un maximum en Q.

Il résulte des formules d'une Note antérieure [2] que la variation d'entropie produite par le passage de l'onde présente un minimum en P, un maximum en Q. Cette propriété a été déjà signalée par M. Chapman qui, toutefois, a cru qu'il s'agissait toujours d'un maximum.

III. Faisons l'approximation que la chaleur spécifique c_2 est constante, et soient γ_1 et γ_2 les rapports des chaleurs spécifiques dans les gaz frais et brûlés. La courbe FG devient, comme l'a montré M. Crussard, une hyperbole qui, rapportée à Ax, Ay est

$$\frac{\gamma_2+1}{2}xy+\gamma_2 p_1 x+\sigma_1 y+p_1\sigma_1-(\gamma_2-1)(L+c_2T_1)=0.$$

(1) *Bulletin de l'Industrie minérale*, avril et mai 1913.
(2) *Comptes rendus*, 27 décembre 1909.

Soit D la célérité d'une onde M. Le coefficient angulaire de la droite AM est $-\frac{D^2}{\sigma_1^2}$. On aura les célérités des ondes P et Q en déterminant les tangentes issues de A. Elles sont données par

$$(D^2 - \gamma_2 p_1 \sigma_1)^2 = 2D^2(\gamma_2+1)[(\gamma_2-1)(L+c_2T_1) - p_1\sigma_1].$$

Mais $\sqrt{\gamma_1 p_1 \sigma_1}$ est la vitesse E_1 du son dans le milieu avant. Donc

$$\left(D^2 - \frac{\gamma_2}{\gamma_1}E_1^2\right)^2 = 2D^2(\gamma_2+1)[(\gamma_2-1)(L+c_2T_1) - p_1\sigma_1]$$

et, par suite, *le produit des célérités des ondes* P *et* Q *est égal à* $\frac{\gamma_2}{\gamma_1}E_1^2$.

IV. Si l'on suppose le pouvoir calorifique L grand, on obtient facilement les formules approchées :

Onde P...... $\frac{\sigma_2}{\sigma_1} = \frac{\gamma_2}{\gamma_2+1}$, $\quad D^2 = 2(\gamma_2^2-1)L$,

Onde Q...... $\frac{\sigma_2}{\sigma_1} = \frac{2(\gamma_2-1)}{\gamma_2}\frac{L}{p_1\sigma_1}$, $\quad D^2 = \frac{\gamma_2^2}{2(\gamma_2^2-1)}\frac{p_1^2\sigma_1^2}{L}$.

Les deux premières de ces formules ont été données par M. Chapman.

V. S'il est vrai que le phénomène de la déflagration lente observé en enflammant un mélange combustible à l'extrémité ouverte d'un tube est, selon l'interprétation que nous avons proposée le 17 mars 1913, une quasi-onde de choc et combustion de l'arc CQ, sa célérité est inférieure à celle de l'onde Q. D'autre part, l'onde P correspond à l'onde explosive. Le théorème du paragraphe III donne donc, en remarquant que γ_2 est en général inférieur à γ_1, le résultat suivant :

Le produit de la vitesse de l'onde explosive par celle de la déflagration lente est inférieur au carré de la vitesse du son dans le milieu avant.

Cette relation entre trois célérités intéressantes est un peu lâche, puisqu'elle s'exprime par une inégalité. Elle paraît néanmoins mériter d'être signalée. Pour le mélange tonnant d'oxygène et d'hydrogène, par exemple, elle est bien vérifiée puisque la vitesse du son est 520 mètres par seconde, celle de l'onde explosive 2810^m et celle de la déflagration environ 20^m.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Variation de la résilience des alliages industriels du cuivre en fonction de la température.* Note (1) de MM. **Léon Guillet** et **Victor Bernard**, présentée par M. Le Chatelier.

Nos expériences sur la résilience des alliages de cuivre en fonction de la température, dont les premiers résultats ont été exposés dans une précédente Note (2), ont été poursuivies sur des laitons à teneur en cuivre inférieure à celle des échantillons utilisés au cours de nos premiers essais et sur une série de bronzes ordinaires; nous avons également étudié un alliage cuivre-aluminium-zinc industriel.

La composition des métaux employés est indiquée par le Tableau suivant, ainsi que leur état :

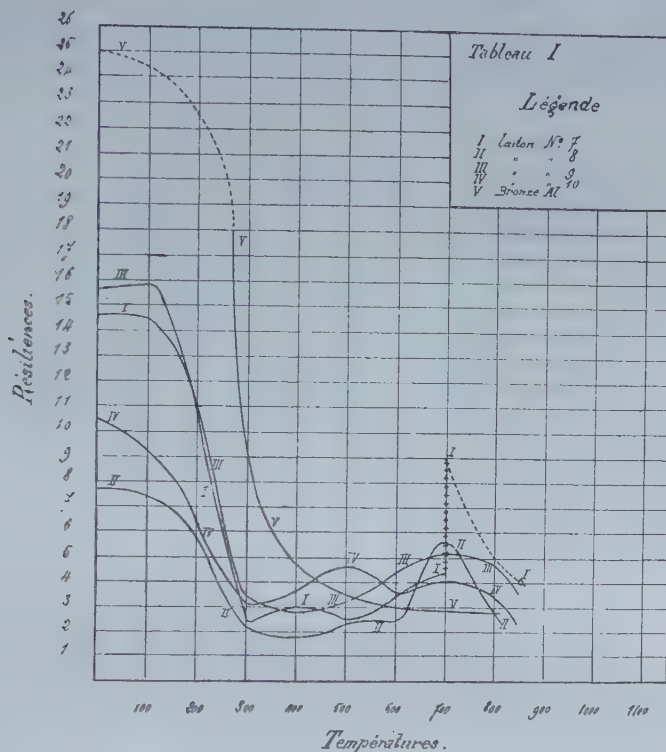
Désignation.	Cu.	Sn.	Pb.	Zn.	Fe.	Al.	P.	État du métal.
Bronze nº 1...	95,9	3,5	»	0,5	»	»	»	Laminés et recuits
» 2....	91,5	6,6	0,1	1,7	0,1	»	»	
» 3....	90,0	9,4	»	0,5	»	»	»	
» 4....	90,3	5,4	2,0	2,2	»	»	»	
» 5....	88,2	11,7	»	»	»	»	0,03	Coulés et recuits
» 6....	83,7	16,1	0,1	»	»	»	0,06	
» 7....	79,7	20,0	»	»	0,2	»	0,02	
Laiton nº 7....	60,4	»	0,2	39,3	0,1	»	»	Laminés et recuits
» 8....	59,44	0,63	1,53	37,89	0,49	»	»	
» 9....	61,4	»	»	38,5	0,1	»	»	
» 10....	57,2	0,1	0,2	42,3	0,2	»	»	
Bronze d'aluminium........	95,9	0,1	»	1,4	0,1	2,4	»	

Les résultats obtenus sont consignés dans les Tableaux (*fig.* 1 et 2); de même que précédemment, le travail de rupture ou résilience est exprimé en kgm : cm². Les parties pointillées des courbes se rapportent aux éprouvettes pliées et les parties pleines aux éprouvettes cassées; les zones intermédiaires sont représentées par des croix. Enfin, lorsqu'une branche de courbe se rapportant à du pliage comporte en un point une rupture ou inversement, cette anomalie est indiquée par un petit cercle chevauchant la courbe.

(1) Présentée dans la séance du 29 septembre 1913.

(2) Léon Guillet et Victor Bernard, *Comptes rendus*, t. 156, 1913, p. 1899.

Conclusions. — 1° La comparaison des courbes des laitons nos 7 et 8 ne fait que confirmer les conclusions tirées précédemment à propos des laitons



5 et 6 de nos précédentes expériences en ce qui concerne l'influence du plomb : cet élément agit défavorablement sur la résilience à froid et à chaud. Les courbes des laitons 7 et 8 montrent aussi que ces alliages sont laminables à chaud.

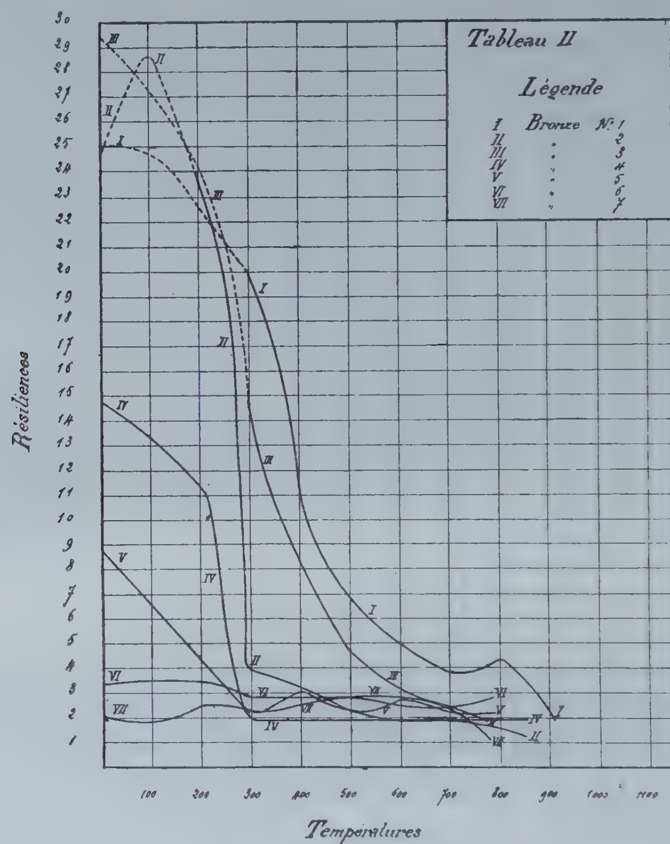
L'action du plomb est encore mise en évidence par la comparaison de la courbe du laiton n° 10 avec celle du laiton n° 8 qui, bien que plus riche en cuivre que le précédent, est, presque dans toute l'échelle des températures, plus fragile que celui-ci.

2° Le bronze d'aluminium au zinc (formé d'une solution solide) voit sa résilience décroître très rapidement avec l'élévation de la température, sans jamais présenter de relèvement.

3° La courbe des bronzes nos 1, 2 et 3 présente la même allure que celle de l'alliage précédent; comme pour ce dernier, ils plient jusqu'à une tempé-

rature comprise entre 200° et 300°; le bronze n° 2 seul présente un maximum très net à 100°.

Les bronzes n°s 4, 5, 6 et 7 donnent lieu dans toute l'échelle des températures à des ruptures nettes. La résilience du bronze n° 4, qui diffère du n° 3 par le plomb et le zinc qu'il renferme, est en toutes circonstances



plus fragile que ce dernier; la différence est surtout accentuée dans les basses températures; la constance des valeurs qu'il fournit à partir de 300° est aussi très remarquable.

Les bronzes 5, 6 et 7 qui sont bruts des coulées ne présentent aucune variation notable de résilience au voisinage de la température de transformation; à la température ordinaire et jusqu'à 200°, leur résilience est nettement fonction de leur teneur en cuivre.

MÉDECINE. — *Un vaccin antigonococcique atoxique. Son application au traitement de la blennorrhagie et de ses complications.* Note de MM. **Charles Nicolle** et **L. Blaizot**, présentée par M. Laveran.

Depuis qu'il a été essayé pour la première fois, c'est-à-dire depuis 7 ans, le traitement vaccinal de la blennorrhagie et de ses complications n'a pas encore conquis la faveur du monde médical. C'est que les expérimentateurs se sont heurtés à une difficulté jusqu'à présent insoluble : la toxicité des vaccins. Cette toxicité, générale pour tous les vaccins microbiens, est particulièrement marquée en ce qui concerne le gonocoque. Une faible dose, insuffisante au point de vue curatif, provoque une réaction si pénible que l'institution d'un traitement intensif qui, seul, permet des résultats utiles, a été jusqu'à ce jour chose impraticable. Tel est le cas en particulier de l'Artigon de Brück, dont Schültz, Brück et Sommer, Föckler, Simon ont noté les effets toxiques.

Abolir la toxicité d'un vaccin est la condition indispensable à réaliser avant de préconiser son emploi. La vaccinothérapie n'est possible qu'avec des vaccins atoxiques.

Des efforts tentés pour obtenir ce résultat, le plus ingénieux a été l'application au vaccin antigonococcique de la méthode des vaccins sensibilisés de Besredka. Mais, outre que cette méthode ne paraît pas susceptible de fournir des vaccins stables, capables de se conserver indéfiniment actifs, le résultat cherché, l'abolition de la toxicité n'a point été atteint. Inoculé sous la peau (Cruveilhier), le vaccin sensibilisé détermine des troubles appréciables : fièvre, malaise, céphalalgie, et par inoculation veineuse (Nicolle et Blaizot) une réaction générale, parfois dramatique. L'inoculation pure et simple de gonocoques vivants (Nicolle et Blaizot) n'est pas plus toxique.

Nous avons réussi à supprimer totalement la toxicité du vaccin antigonococcique, en même temps qu'à obtenir un produit stable, qui conserve indéfiniment ses propriétés thérapeutiques à la façon d'un sérum. Notre méthode étant applicable à d'autres microbes, nous en réservons la publication jusqu'au moment où nous aurons terminé nos expériences.

Le pouvoir curatif de notre vaccin atoxique s'est trouvé considérablement accru. Inoculé aux mêmes doses qu'auparavant, il provoque une guérison plus rapide ; à doses supérieures, il montre une efficacité plus grande, sans qu'on observe la moindre réaction locale ou générale.

Son efficacité est démontrée par la statistique suivante qui porte sur 200 malades :

Ophtalmie blennorrhagique. — On sait la gravité de cette complication, qui fait encore tant d'aveugles, et la lenteur des traitements ordinaires, même dans les cas les plus favorables. 24 cas traités ont donné 24 guérisons, en 3 à 10 jours, les inoculations de vaccin étant répétées tous les jours ou tous les deux jours. L'action curative est immédiate; le lendemain de la première inoculation, le malade ouvre les yeux et l'intégrité de l'œil est de suite assurée.

Orchite blennorrhagique. — 20 cas traités et guéris par 4 á 6 inoculations, répétées tous les deux jours. La douleur cesse 24 heures après la première inoculation et aussitôt la résolution commence. Le malade peut reprendre ses occupations après un jour. Une guérison si rapide met à l'abri de la stérilité.

Rhumatisme blennorrhagique. — 3 cas traités et guéris après 2 à 8 inoculations, répétées tous les deux ou trois jours. Nous avons vu se lever, après 4 injections, un malade alité depuis 8 mois.

Uréthrite aiguë ou chronique (simple ou compliquée de cystite). — 127 cas traités. La douleur, les phénomènes d'œdème et de tension cèdent rapidement; l'écoulement est ensuite atteint; dans plusieurs cas il a disparu dès la troisième inoculation. Cependant, il est toujours prudent de ne pas considérer le malade comme à l'abri d'une rechute, sitôt l'écoulement tari; il est bon de poursuivre encore quelque temps les inoculations; en général, 7 ou 8 sont nécessaires. De très anciens écoulements (un an et demi) ont été ainsi guéris. La vaccinothérapie ne doit pas dispenser du traitement local (lavages). On s'exposerait également à des mécomptes si l'on ne prenait soin de contrôler la nature gonococcique de l'écoulement par des examens microscopiques.

Nous ferons connaître ultérieurement les résultats que nous avons obtenus dans la blennorrhagie de la femme, ainsi que ceux que donne notre vaccin, appliqué dès le début de la blennorrhagie, pour la prévention certaine de ses complications extra-uréthrales (orchite en particulier). Ce dernier point n'est pas le moins intéressant.

SPECTROCHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur l'absorption des rayons visibles par les oxyhémocyanines.* Note de MM. **Ch. Dhéré** et **A. Burdel**, présentée par M. A. Dastre.

L'examen spectroscopique de l'absorption des rayons visibles par le sang à hémocyanine de divers invertébrés a été effectué depuis longtemps par de nombreux auteurs (Papillon et Rabuteau, Fredericq, Krukenberg, Mac Munn, Halliburton, etc.). D'une façon générale, on a admis que l'oxyhémo-

cyanine ne présente pas de bande d'absorption. Krukenberg a cependant observé, en opérant notamment avec du sang d'Escargot, que les rayons jaunes sont un peu plus fortement absorbés que les autres, et l'un de nous a aussi fait précédemment la même constatation en opérant, par exemple, avec une solution chlorurée sodique d'oxyhémocyanine d'Escargot cristallisée (1). La figure ci-dessous reproduit la photographie du spectre d'absorption d'une telle solution interposée sous les épaisseurs suivantes : 45^{mm}, 50^{mm}, 55^{mm}, 60^{mm}, 65^{mm}, 70^{mm} et 75^{mm}.

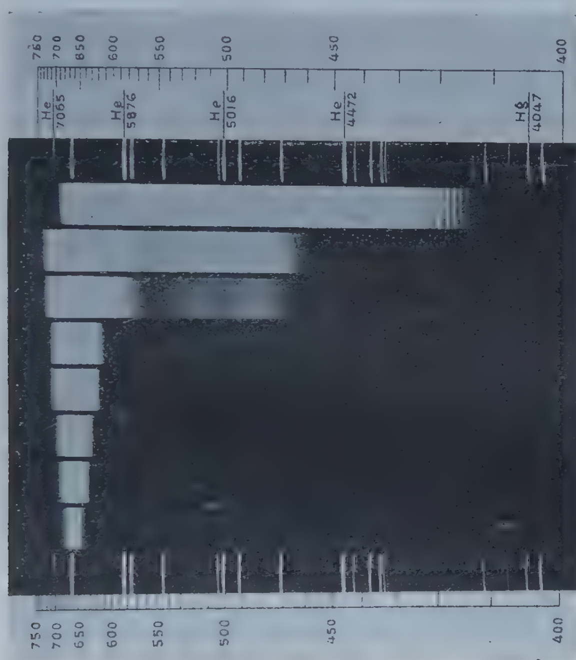


Fig. 1. — Oxyhémocyanine d'Escargot cristallisée, dissoute dans NaCl $\frac{n}{5}$.

Cette photographie a été obtenue au moyen d'un spectrographe de grande luminosité, à deux prismes de flint très dispersifs ($n_D = 1,75$). On utilisait, comme source lumineuse, le cratère positif d'un arc au charbon de 15 ampères. Au-dessous du spectre de référence (spectres d'émission de l'hélium et du mercure), on voit le spectre de la source (spectre témoin), obtenu avec une pose d'*un dixième de seconde* seulement. Pour les spectres d'absorption, la pose a dû être considérablement allongée.

(1) Dhéré, *Comptes rendus de la Société de Biologie*, t. LXIV, 1908, p. 788.

Elle a été, d'une façon uniforme, de *quatre minutes*. Cette photographie montre que, comme nous venons de le mentionner, il y a, sous une épaisseur convenable, une absorption portant d'une façon prédominante, dans la continuité du spectre, sur les rayons des régions jaune et jaune verdâtre, sans que l'on puisse d'ailleurs observer de bande d'absorption nette. Il y a lieu, de plus, de relever la grande transparence pour les rayons rouges. Mais la solution chlorurée sodique d'oxyhémocyanine d'Escargot est for-

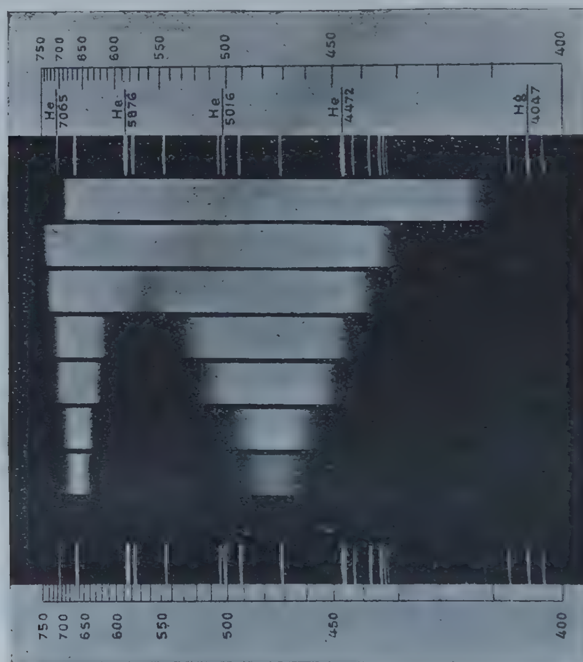


Fig. 2. — Oxyhémocyanine d'Escargot cristallisée, dissoute dans $CO^3Na^2 \frac{n}{100}$.

tement opalescente (et il en est de même du sang d'Escargot). Nous avons donc affaire, dans ce cas, à un spectre de nature complexe, à cause des phénomènes de réflexion lumineuse sur les grosses particules colloïdales. En faisant dissoudre des cristaux d'oxyhémocyanine d'Escargot dans du carbonate de soude $\frac{n}{100}$, par exemple, on obtient une solution relativement limpide qui, comme le montre la figure ci-dessus, offre *une bande d'absorption très accusée s'étendant, pour une largeur moyenne, entre les radiations* λ 610 *et* λ $531^{\mu\mu}$ environ. (Pour cette série de spectres d'absorption,

la pose a été réduite à *deux minutes*, les épaisseurs consécutives étant, en millimètres : 17,5; 20; 22,5; 25; 27,5; 30; 32,5.)

Le sang de Seiche (1) et celui de Langouste (tous deux assez limpides), que nous avons aussi examinés à ce point de vue, présentent, également d'une façon très nette, une bande analogue, mais avec une moindre trans-

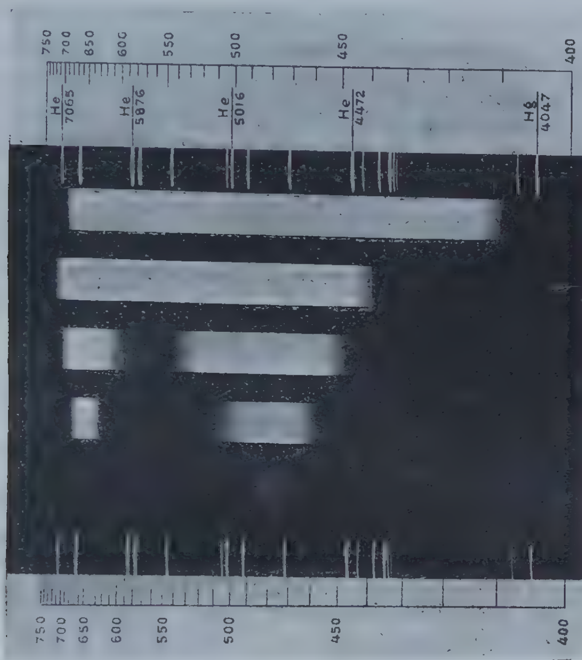


Fig. 3. — Sang de Langouste (épaisseurs : 60^{mm}, 70^{mm}, 80^{mm} et 90^{mm}).

parence relative par les rayons rouges (surtout appréciable dans le cas du sang de Seiche). Il semble donc qu'il s'agit là d'*une bande commune à toutes les oxyhémocyanines*, bien qu'il existe des différences notables dans la marche de l'absorption des plages terminales suivant la provenance zoologique de ce pigment (2).

Ajoutons qu'en transformant l'oxyhémocyanine en hémocyanine par un agent réducteur (hydrosulfite de sodium), on fait disparaître la bande en question, qui reparaît après agitation de la solution à l'air.

---

(1) Nous devons l'échantillon de sang de Seiche utilisé à la grande obligeance de M. le professeur Cori qui nous l'a adressé de Trieste.

(2) Le fait que cette bande a échappé jusqu'à présent aux observateurs tient certainement à ce qu'elle n'est nettement visible qu'en se plaçant dans des conditions

SISMOLOGIE. — *Sur un essai de synthèse des phénomènes sismiques et volcaniques.* Note [1] de M. DE MONTESSUS DE BALLORE, présentée par M. Ch. Barrois.

Malgré sa très grande généralité, la loi qui rattache aux zones géosynclinales les régions sismiques en laisse échapper un certain nombre, très peu à la vérité, soit parce qu'elles se trouvent en dehors du trajet de celles-là, soit parce que la trop grande ancienneté des derniers mouvements orogéniques au sein des géosynclinaux en certaines de leurs parties ne permet pas d'admettre leur survivance sous la forme atténuée de tremblements de terre actuels. En d'autres termes, les pays d'architecture plissée d'origine récente ne sont pas exclusivement le théâtre des mouvements sismiques qui peuvent affecter aussi, quoique en très peu d'endroits, ceux d'architecture tabulaire.

La Chine étant le pays où se produisent le plus grand nombre de ces tremblements de terre, c'est là qu'on peut espérer trouver la solution de la difficulté. Or les récentes explorations qui y ont été faites démontrent que dans sa partie septentrionale, c'est-à-dire la plus instable sismiquement, le relief actuel de ce pays résulte de soulèvements quaternaires par gauchissement étendu sans véritable surrection géosynclinale. Ces tremblements de terre rencontrent donc une explication provisoirement hypothétique si on les rapporte à la survivance atténuée de ces mouvements épirogéniques récents.

En fait cette hypothèse s'est effectivement réalisée par deux tremblements de terre : à celui de l'Assam du 12 juin 1897 la pénéplaine des Khasi et des Garo Hills a été gauchie, puis fracturée, par un mouvement épirogénique indiscutablement vérifié par la retriangulation géodésique; à celui du moyen Mississipi du 16 décembre 1811 la Sunken Country a été le théâtre de mouvements épirogéniques manifestés par des ennoyages étendus et des surélévations non moins amples en forme de dômes. Dans l'un et l'autre

---

d'examen bien spéciales. Il est indispensable, en effet, d'employer une couche liquide très riche en pigment, si riche qu'elle semble à peu près opaque, à moins qu'on ne se serve d'une source lumineuse extrêmement intense.

La bande que nous signalons ici ne doit pas être confondue avec celle qu'aurait observée Hénocque sur du sang de Squille, bande dont le maximum tombait sur la raie E(λ 527$^{\mu\mu}$) et qui avait, par conséquent, une tout autre localisation.

[1] Présentée dans la séance du 22 septembre 1913.

pays, ces mouvements n'ont fait qu'en continuer d'autres antérieurs du même genre.

Cette même explication s'applique termes pour termes, mais cette fois par conjecture sans preuves directes de fait, aux tremblements de terre du golfe de Bothnie et de la Finlande, du Saint-Laurent (5 février 1663) et de la plaine atlantique côtière des États-Unis (31 août 1886), par où ne passent pas de géosynclinaux, mais où se sont produits des mouvements épirogéniques récents. Elle s'étend aussi à ceux de la Nouvelle-Zélande (Détroit de Cook, 1848 et 1855) dont les derniers mouvements orogéniques datant du Jurassique ont depuis été remplacés jusqu'à l'époque actuelle inclusivement par des mouvements épirogéniques. De toutes les régions à tremblements de terre situées en dehors des géosynclinaux, seule la Baïkalie échappe à cette explication.

Il semble bien que les travaux géologiques les plus récents tendent à faire considérer les mouvements orogéniques des géosynclinaux (plissements, chevauchements et surrections) comme subordonnés aux mouvements épirogéniques (déformation du relief, transgressions et régressions) et dès lors les régions à tremblements de terre se trouveraient englobées aussi dans une formule géologique plus étendue que celle qui les rattache aux géosynclinaux.

Toutefois la proposition inverse n'est pas exacte : les régions à mouvements épirogéniques récents ne sont pas toutes des régions à tremblements de terre ; il reste donc, dans la genèse des phénomènes sismiques, un facteur géologique qui pour le moment échappe complètement.

On notera encore que les grands épanchements éruptifs tranquilles, quaternaires et tertiaires et même secondaires, du Dekkan, de la Sibérie, du nord-ouest des États-Unis, de la Patagonie, de l'Atlantique septentrional et peut-être même du Plateau Central français (basalte des plateaux) se sont produits non dans les géosynclinaux, mais au sein des régions à mouvements épirogéniques contemporains de ces épanchements, tandis que les volcans à éruptions violentes sont subordonnés aux géosynclinaux. La nouvelle et plus ample formule des régions sismiques semble donc applicable aussi aux régions volcaniques, déduction qui d'ailleurs n'infirme en rien la loi de l'indépendance reconnue entre deux classes de phénomènes.

Je me réserve de traiter ces diverses considérations dans un travail plus étendu basé sur l'observation pure.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Observation d'une curieuse formation de cirrus.* Note (1) de M. **Ph. Flajolet**.

Dans un article récemment publié (2), M. Kr. Birkeland a montré le grand intérêt qui s'attache à l'observation des bandes de cirrus. La cause première qui préside à la production de ces nuages réside, suivant cet auteur, dans les courants électriques circulant dans les couches supérieures de l'atmosphère : ces courants, formés de rayons hélio-cathodiques qui sont aspirés vers la Terre par le magnétisme terrestre, créeront, par induction, des courants dans la Terre et peut-être aussi une strate sensible de l'atmosphère. Ces courants d'induction seraient dus à deux causes : la pulsation dans le système primaire des rayons et la rotation de la Terre par rapport à ce système. Si faibles qu'ils soient, ils donneront lieu à une abondante formation de noyaux pour la condensation des vapeurs aqueuses contenues dans l'atmosphère. M. Birkeland conclut donc à des observations simultanées des bandes de cirrus, qui permettront de déterminer si leur formation est bien due à ces courants électriques, et conseille, en même temps, de recourir à des enregistrements magnétiques suivis et en différents lieux.

Nous avons pu faire le 20 septembre dernier, à l'Observatoire de Saint-Genis-Laval, une curieuse observation qui doit être rapprochée de telles déductions : observation de bandes de cirrus orientées d'une part, perturbation magnétique d'autre part.

Le phénomène attira notre attention à $20^h 20^m$ (temps moyen de Greenwich) et se présentait ainsi : une vingtaine de bandes nuageuses traversaient tout le ciel de l'Ouest à l'Est, occupant au zénith une largeur totale d'environ 30°. Ces bandes semblaient se réunir à 9° environ au-dessus de l'horizon, tant à l'Est qu'à l'Ouest, la direction moyenne du faisceau de bandes faisant un angle d'environ 17° avec la ligne Est-Ouest, et sensiblement perpendiculaire au plan du méridien magnétique (3).

Toutes ces bandes se détachaient en blanc sur le fond bleu sombre du ciel; les plus larges atteignent 2° à 3°, les plus fines 15′ environ. Certaines bandes paraissaient

(1) Présentée dans la séance du 29 septembre 1913.

(2) *Revue générale des Sciences : La formation des nuages du niveau supérieur*, 15 août 1913, p. 576.

(3) Il n'y a aucun doute que la convergence n'était pas un phénomène de perspective : tous les points étaient faciles à mesurer à 1° près environ et l'aspect était bien celui des lignes entre les pôles d'un aimant.

dédoublées, particulièrement l'une d'entre elles, qui était visible dans la partie sud ; d'autres présentaient des stries perpendiculairement à leur direction.

Les bandes s'épaissirent rapidement, les cirrus se transformant en cirro-cumulus. A $20^{h}40^{m}$ les bandes ont en partie disparu de la partie ouest du ciel, mais conservent encore à l'Est, nettement, leur orientation primitive. A ce moment il s'en présente,

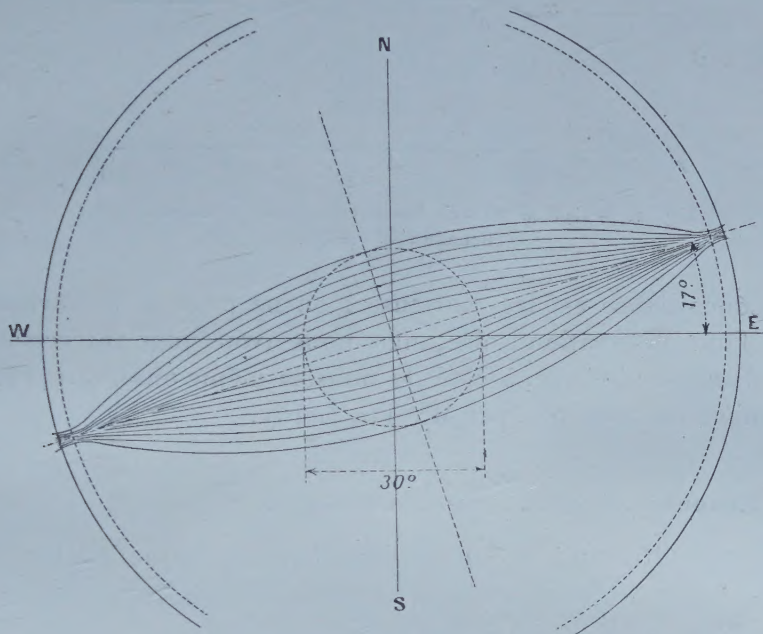


Fig. 1. — Projection des bandes de cirrus sur le plan de l'horizon.

dans cette partie du ciel, une dizaine très fines, n'ayant une largeur que de quelques minutes chacune.

Tous ces nuages sont entraînés lentement par un vent faible de Nord-Ouest. A $21^{h}10^{m}$ on ne retrouve aucune trace de la formation précédente ; les nuages se sont éloignés vers le Sud-Est, où l'on ne remarque plus qu'une masse d'alto-cumulus.

Notre observatoire possédant une installation assez complète pour l'observation et l'enregistrement photographique du magnétisme terrestre, il était intéressant de dépouiller très soigneusement la feuille du magnétomètre. Les composantes verticale et horizontale n'ont pas été perturbées ou, si elles l'ont été, les perturbations sont de l'ordre de grandeur de celles qui sont causées par les courants vagabonds de nombreuses lignes électriques qui passent au voisinage de l'observatoire (à 1^{km}). Il n'en est pas de même pour la déclinaison. La courbe de la journée, jusqu'à $19^{h}7^{m}$, est très calme : mais, à $19^{h}8^{m}$, une perturbation commence ; elle passe par

son maximum d'intensité vers $19^h 55^m$; elle décroît ensuite, la courbe passe par un minimum à $20^h 25^m$, remonte, puis reprend son cours normal à $20^h 30^m$.

L'amplitude de cette perturbation atteint $1' 30''$.

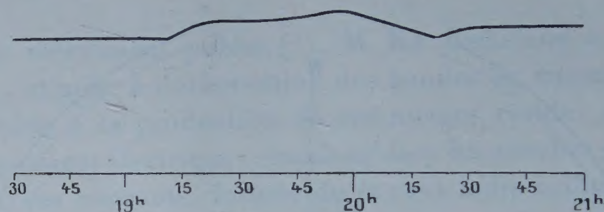


Fig. 2. — Courbe de variation de la déclinaison magnétique.
Échelle : $80^{mm} = 30'$.

Cette concordance est très curieuse : on ne peut rien conclure, bien entendu, d'une observation isolée, mais nous avons jugé intéressant de la signaler, d'autant plus que, à côté de nous, la même observation fut faite, d'une manière concordante, par Mlle Th. Leroy.

M. R. **Leroux** adresse un *Projet d'aérostable*.

(Renvoi à la Commission d'Aéronautique.)

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures trois quarts.

G. D.